

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Факультет Електронної та біомедичної інженерії
(повна назва)
Кафедра Кафедра мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО
КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ
(тема)

Виконав:
студент 2-го курсу, групи МНПм-22-1
Маслов Олександр Олександрович
(прізвище, ініціали)

Спеціальність
153 Мікро- та наносистемна техніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма
Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. каф. МЕЕПІ Стрілкова Т.О.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

_____ Бондаренко І.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет	Електронної та біомедичної інженерії
Кафедра	мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	153 Мікро- та наносистемна техніка (код і повна назва)
Тип програми	освітньо-професійна (освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма	Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої (повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МЕЕПП

_____ (підпис)

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові **Маслов Олександр Олександрович**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження інформаційної системи дистанційного керування розумним будинком»

затверджена наказом по університету від «20» 11 2023 року № 1368 Ст

2. Термін подання студентом роботи. 02.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи

Контролер Ажах, протокол радіозв'язку з пристроями Ajax Jeweller, діапазон радіочастот 866,0 – 920 МГц, максимальна потужність радіосигналу до 25 мВт, дальність радіосигналу до 1700 м

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

4.1 Побудова інформаційно-контрольних систем

4.2 Фізико-технічні параметри сигналів у інформаційно-контрольній системі

4.3 Системи, які забезпечують можливість керувати дистанційно

4.4 Аналіз та моделювання впливу перешкод на роботу контрольно-інформаційної системи розумного будинку.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів)

Презентація (слайди) 10 аркушів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технічного завдання	15.08.2023 - 27.08.2023	Виконано
2	Аналітичний огляд джерел	27.08.2023 - 25.09.2023	Виконано
3	Постановка задач дослідження	25.09.2023 – 27.10.2023	Виконано
4	Проведення розрахунків перешкод для радіосигналу	01.10.2023 – 27.10.2023	Виконано
5	Впровадження результатів наукових досліджень	27.10.2023 – 03.11.2023	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	03.11.2023 – 26.12.2023	Виконано
7	Підготовка презентації	26.12.2023 – 08.02.2024	Виконано
8	Рецензування, нормоконтроль	02.01.2024-08.01.2024	
9	Захист роботи	08.01.2024-10.01.2024	

Дата видачі завдання 25 вересня 2023 р.

Студент _____ Маслов О.О.
(підпис)

Керівник роботи _____ Стрілкова Т.О.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 68 сторінок, 20 рисунків, 17 посилань.

КВАНТОВІ ТОЧКИ; КІЛЬЦЕВІ РЕЗОНАТОРИ; ПРОТОКОЛ;
МІКРОКОНТРОЛЕР; КОНТРОЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА; ФЕРИТО-
ДИЕЛЕКТРИЧНІ РЕЗОНАТОРИ; ГАРМОНІЧНІ РЕЗОНАТОРИ

Об'єкт дослідження: Інформаційна система дистанційного керування розумного будинку та параметри системи.

Мета роботи: Дослідження впливу шумів та завад на фізикотехнічні характеристики системи.

Метод дослідження: В ході роботи було застосовано методи розрахунку дослідження принципів побудови та збереження оптимальних параметрів потужності датчиків на загальну характеристику для оптимальної роботи інформаційної системи розумного будинку.

У ході виконання роботи було використано методи системного аналізу для комплексного вивчення структури та взаємозв'язків компонентів системи. Також використовувався метод аналізу предметної області для глибокого розуміння аспектів та тенденції, що впливають на досліджуваний процес.

Як результат виконання магістерського дослідження проаналізована основна інформаційна система дистанційного керування розумним будинком, яка показує, що і як треба доробити, були проведенні розрахунки сигналу та запропоновані варіанти підсилення.

ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work: 68 pages, 20 figures, 17 references.

QUANTUM DOTS; RING RESONATORS; PROTOCOL; MICROCONTROLLER;
CONTROL AND INFORMATION SYSTEM; FERRITE-DIELECTRIC
RESONATORS; HARMONIC RESONATORS

Research object: Information and control system and system parameters.

The purpose of the work: Study of the impact of noise and interference on the physical and technical characteristics of the system.

Research method: Calculation methods were used during the work study of the principles of construction and preservation of optimal power parameters of sensors for the general characteristic for optimal operation of the information and control system.

In the course of the work, methods of system analysis were used for a comprehensive study of the structure and interrelationships of system components. The method of domain analysis was also used for a deep understanding of the aspects and trends affecting the researched process.

As a result of the master's research, the main information system of remote control of a smart house was analyzed, which shows what and how it needs to be improved, signal calculations were carried out and amplification options were proposed.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП	9
1 ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНО-КОНТРОЛЬНИХ СИСТЕМ	11
1.1 Класифікація інформаційно-контрольних систем розумного будинку	11
1.2 Протоколи зв'язків	14
1.3 Функціональні схеми потоку інформації	19
2 ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ СИГНАЛІВ У ІНФОРМАЦІЙНО- КОНТРОЛЬНІЙ СИСТЕМІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	28
2.1 Температурні параметри	29
2.2 Вологість	30
2.3 Освітленість	31
2.4 Рух	32
2.5 Звук	33
2.6 Тиск	34
2.7 Гази	35
3 СИСТЕМИ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ МОЖЛИВІСТЬ КЕРУВАТИ ДИСТАНЦІЙНО	37
3.1 Система Fibaro	38
3.2 Система Ajax	41
3.3 Система BroadLink	45
3.4 Аналіз та удосконалення інформаційної системи розумного будинку	47
4 АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕШКОД НА РОБОТУ КОНТРОЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	52
4.1 Побудова нашої інформаційно-контрольної системи	52
4.2 Перешкоди для розрахунку дальності роботи	53
4.3 Покращення датчиків	56

	7
ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	67
ДОДАТОК А	69
ДОДАТОК Б	70

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

IoT – Internet of Things

IT – Information Technology

ІКС – Інформаційно-контрольні системи

САПР – Система автоматизованого проектування

ТПр – Технологічний процес

ПІД-регулятори – Пропорційно-інтегрально-диференціувальний регулятор

FCV – Flow control valve

FT – Flow transmitter

GPIO – General Purpose Input/Output

MEMS – мікроелектромеханічні системи

ВСТУП

У сучасному світі швидкого розвитку інформаційних технологій актуальність дистанційного керування стає все більш належною. Інформаційно-контрольні системи дистанційного керування грають важливу роль у різних сферах, від промисловості до науки і освіти. Однак, для ефективного впровадження та оптимізації таких систем необхідне глибоке розуміння їх функціоналу та можливостей.

В рамках даної магістерської роботи основною областю дослідження обрана інформаційно-контрольна система розумного будинку. Інформаційно-контрольна система (ІКС) у контексті розумного будинку — це комплекс технічних рішень та програмних засобів, призначених для збору, обробки, зберігання та аналізу інформації, а також для керування різними системами та пристроями в будинку. ІКС розумного будинку об'єднує в собі елементи автоматизації, безпеки, комунікацій та енергозбереження, забезпечуючи високий рівень комфорту та ефективності для мешканців. Спробуємо визначити ключові критерії її роботи, які будуть враховані під час аналізу та дослідження.

Однак, з урахуванням зростання обсягів інформації та розвитку технологій, що супроводжується збільшенням обсягу електромагнітних та інших перешкод, виникає необхідність у постійному удосконаленні та адаптації таких систем до сучасних вимог.

В ході нашого дослідження ми використовували різноманітні методи розрахунку, спрямовані на аналіз та оптимізацію фізико-технічних параметрів системи. Основною метою було визначення принципів побудови оптимальних параметрів потужності датчиків, які максимально сприяють оптимальній роботі інформаційно-контрольної системи в умовах різноманітних перешкод.

Актуальність нашої роботи полягає в необхідності впровадження передових технологій у сферу інформаційного керування, а область застосування результатів дослідження розширюється на промисловість, системи безпеки,

медичинські технології та інші галузі, де використовуються інформаційно-контрольні системи. Отримані результати можуть слугувати основою для подальших досліджень і розробок в цій важливій галузі.

1 ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНО-КОНТРОЛЬНИХ СИСТЕМ

1.1 Класифікація інформаційно-контрольних систем розумного будинку

Інформаційно-контрольні системи можна класифікувати за різними ознаками (наприклад, за тими, що визначають функціональні можливості та особливості побудови систем). Інформаційно-контрольні системи розділяють на класи залежно від «обсягу вирішуваних завдань, використовуваних технічних засобів та організації функціонування» .

За типом даних, які зберігаються, ІКС класифікують на фактографічні та документальні. Фактографічні системи призначені для зберігання та обробки структурованих даних у вигляді чисел і текстів (над такими даними можна виконувати різні операції). У системі документації інформація представлена у вигляді документа, що складається з назви, опису, анотації та тексту. Пошук у неструктурованих даних за допомогою семантичних ознак. Вибрані документи надаються користувачеві, а обробка даних у таких системах фактично не відбувається.

За ступенем автоматизації інформаційних процесів в системі управління фірмою, ІКС діляться на ручні, автоматичні та автоматизовані. Ручні ІС характеризуються відсутністю сучасних технічних засобів переробки інформації та виконанням всіх операцій людиною. В автоматичних ІКС всі операції з переробки інформації виконуються без участі людини. Автоматизовані ІКС припускають участь в процесі обробки інформації людини і технічних засобів, при цьому головна роль у виконанні рутинних операцій обробки даних відводиться комп'ютеру.

Залежно від характеру обробки даних ІКС класифікують на інформаційно-пошукові та інформаційно-розв'язуючі. Інформаційно-пошукові системи виконують введення, систематизацію, зберігання, видачу інформації за запитом користувача без складних перетворень даних. Інформаційно-

розв'язуючі системи здійснюють, крім того, операції переробки інформації за певним алгоритмом. За характером використання вихідної інформації такі системи прийнято ділити на: 1) керуючі, 2) призначені для надання порад.

Результуюча інформація керуючих ІКС безпосередньо трансформується в прийняті людиною рішення. Для цих систем характерні завдання розрахункового характеру та обробка великих обсягів даних (наприклад, ІС планування виробництва або замовлень, бухгалтерського обліку).

Інформаційні системи, які надають поради, виробляють інформацію, яка приймається людиною до відома і враховується при формуванні управлінських рішень, вона не ініціює конкретні дії. Ці системи імітують інтелектуальні процеси обробки знань, а не даних (наприклад, експертні системи).

Залежно від сфери застосування розрізняють такі класи ІКС. Інформаційно-контрольна система організаційного управління призначена для автоматизації функцій управлінського персоналу як промислових підприємств, так і непромислових об'єктів (готелів, банків, магазинів тощо). Основними функціями подібних систем є: оперативний контроль і регулювання, оперативний облік та аналіз, перспективне та оперативне планування, бухгалтерський облік, управління збутом, постачанням, інші економічні та організаційні завдання.

Інформаційно-контрольна система управління технологічними процесами (ТПр) призначена для автоматизації функцій виробничого персоналу по контролю та управлінню виробничими операціями. У таких системах зазвичай передбачається наявність розвинених засобів вимірювання параметрів технологічних процесів (температури, тиску, хімічного складу тощо), процедур контролю допустимості значень параметрів і регулювання ТПр.

Інформаційно-котрольна система автоматизованого проектування (САПР) призначена для автоматизації функцій інженерів–проектувальників, конструкторів, архітекторів, дизайнерів при створенні нової техніки або технології. Основними функціями подібних систем є: інженерні розрахунки,

створення графічної документації (креслень, схем, планів), створення проектної документації, моделювання проєктованих об'єктів.

Інтегровані (корпоративні) ІКС використовують для автоматизації всіх функцій фірми та охоплюють весь цикл робіт від планування діяльності до збуту продукції. Вони включають в себе ряд модулів (підсистем), які працюють в єдиному інформаційному просторі та виконують функції підтримки відповідних напрямів діяльності.

Аналіз сучасного стану ринку ІКС показує стійку тенденцію зростання попиту на ІКС організаційного управління. При цьому попит продовжує рости саме на інтегровані системи управління. Для багатьох підприємств автоматизація окремої функції, наприклад, бухгалтерського обліку або збуту готової продукції, вважається вже пройденим етапом.

Залежно від рівня управління, на якому використовується система, ІКС поділяють на операційний, професійний, управлінський і стратегічний рівні.

Інформаційно-контрольні системи оперативного рівня підтримують виконавців шляхом обробки даних про операції та події (рахунки-фактури, накладні, нарахування заробітної плати, кредити, потоки сировини та матеріалів).

Ця система пов'язує компанію із зовнішнім середовищем. Завдання, цілі, джерела інформації та алгоритми обробки на операційному рівні визначені та добре структуровані.

Інформаційна та керуюча система рівня спеціаліста допомагає інженерам і дизайнерам працювати з даними та знаннями для підвищення продуктивності. Завдання такої ІС полягає в інтеграції нової інформації в організацію та підтримці обробки паперових документів.

Інформаційні та контрольні системи виконавчого рівня використовуються працівниками середньої ланки для моніторингу, контролю, прийняття рішень та управління.

Основні особливості цих СК:

- порівняння поточних і попередніх показників;

- підготовка періодичних звітів за певний проміжок часу (замість видачі звітів про поточні події на оперативному рівні);
- надання доступу до архівної інформації тощо.

Strategic ICS забезпечує підтримку прийняття рішень для реалізації стратегічних довгострокових цілей розвитку організації.

Інформаційно-керуючі системи стратегічного рівня допомагають топ-менеджерам вирішувати неструктуровані завдання та реалізовувати довгострокові плани.

Основне завдання СК — порівняти зміни, що відбуваються у зовнішньому середовищі, з наявними можливостями компанії. Вони призначені для створення спільного середовища для комп'ютерної телекомунікаційної підтримки для прийняття рішень у разі несподіваних подій. Ці системи можуть надавати інформацію з багатьох джерел у будь-який час. Деякі стратегічні системи мають обмежені аналітичні можливості.

1.2 Протоколи зв'язків

На сьогоднішній день налічується понад три сотні різних протоколів передачі даних у системах автоматики. Усі вони мають відповідати певним вимогам.

У системах автоматизації помилка в передаючих від контролера або до нього даних означає збій виконавчого механізму. Вартість такої помилки може бути дуже великою. Тому головними вимогами, що пред'являються протоколу передачі даних, є надійність протоколу, його стійкість до помилок і можливих обривів лінії.

У зв'язку з поширенням великої кількості датчиків в секторі додатків домашньої автоматизації та впровадженням технології IoT (Інтернет речей) виникла необхідність в домашній мережі, щоб використовувати їх переваги. Тому була створена модель, показана на рисунку (рис.1.1). На сучасному ринку

домашньої автоматизації існує безліч варіантів установки: провідний, бездротової або обидва та багато інших.

Популярні протоколи і мережеві комунікаційні технології, починаються з відомих, таких як Bluetooth, Wi-Fi, GSM, ZigBee, ZWave і KNX, до менш відомих — EnOcean, Insteon і новими багатообіцяючими, такими як LowPAN, Thread і DASH, LoRA або Sigfox.

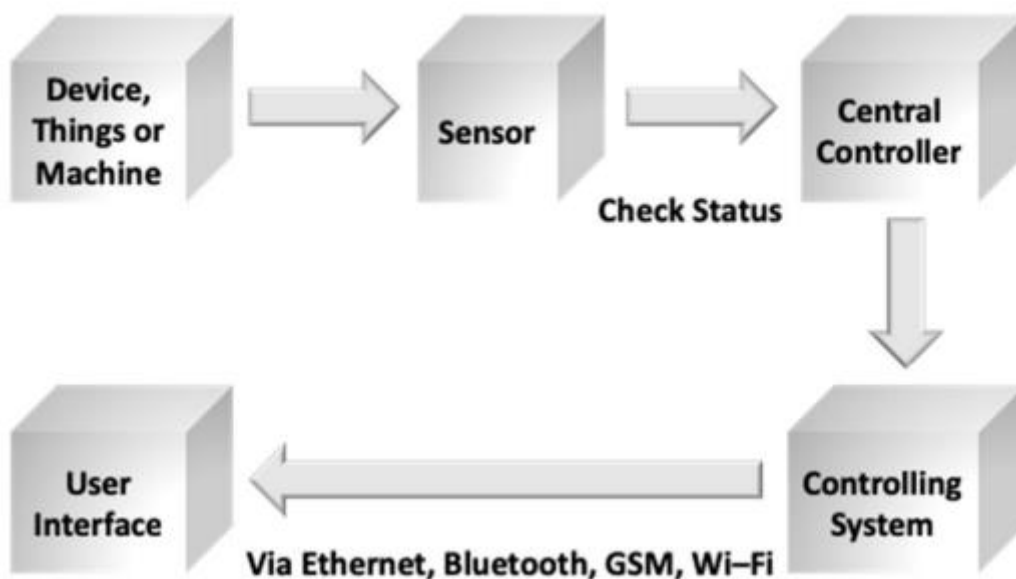


Рисунок 1.1 – Internet of Things технології для домашньої автоматизації

На рисунку представлено IoT технології для домашньої автоматизації. Основними елементами є Things or Machine - девайс чи пристрій, Sensor – датчик, Check status - перевірка статусу, Central Controller – центральний контролер, Controlling System -система контролю, протокол передачі даних Via Ethernet, Bluetooth,GSM,Wi-Fi та інтерфейс користувача User Interface. Різноманітність варіантів може збити з пантелику користувачів і ускладнити правильний вибір, оскільки кожна з цих технологій має деякі переваги і недоліки з різними рівнями технологічної зрілості. Іноді в одному будинку співіснують дві або більше з цих технологій, змушуючи користувача використовувати різні контролери або додатки для управління ними.

Бездротові рішення можуть бути використані для організації бездротового зв'язку за допомогою призначених для користувача протоколів передавання даних, або для реалізації рішень, що використовують стандартні мережеві стеки комунікації на основі специфікації IEEE802.15.4 або рішень фірм-виробників компонентів для бездротових систем. Так, стандарт IEEE802.15.4 є основою для таких додатків, як ZigBee RF4CE (побутова електроніка), що підтримують профіль дистанційного керування (ZRC) або профіль пристроїв введення (ZID). Широке поширення отримали ZigBee PRO-сумісні бездротові мережі, такі як мережі автоматизації приміщень (ZHA), автоматизації будівель (ZBA), управління освітленням (ZLL) або інтелектуального розподілу електроенергії (ZSE). Стандарт IEEE 802.15.

ZigBee погано справляється з ситуаціями, коли в зоні дії мережі існують сильні завади, які створюються іншими пристроями. Будучи одноканальним рішенням, ZigBee далеко не завжди може ефективно боротися з завадами, які часто зустрічаються в перевантаженій смузі 2,4ГГц, яка спільно використовується протоколом з такими технологіями, як Wi-Fi або Bluetooth. І в найближчому майбутньому ситуація стане ще гірше, так як завантаженість смуги 2,4 ГГц з кожним роком буде зростати.

Проблеми для ZigBee посилює ще той факт, що стандарт IEEE 802.15.4, що визначає фізичний рівень стека протоколів ZigBee, що обмежує, в тому числі швидкість передавання даних до 250Кбіт/с, знаходиться під контролем IEEE. Він використовується не тільки ZigBee, але і десятками інших рішень. Z-Wave Alliance визначає кожен окремий рівень моделі OSI, і тому всі рішення, що стосуються будь-якого аспекту зв'язку, знаходяться в руках однієї організації.

Одним з недоліків цієї технології є частотний діапазон. Вибір низькочастотного, стабільного і найбільш вільного діапазону для пристроїв малого радіусу дії, а не більше популярного і завантаженого (2,4 ГГц) виявився далекоглядним і правильним рішенням, позбавивши користувачів розумного будинку Z-Wave від серйозних проблем з завадами в сильно завантажених «частотах Wi-Fi». Але в різних країнах для роботи пристроїв малого дії виділені

різні частоти, наприклад, для всієї Європи, а також Китаю та ряду інших країн Азії - це 868,42 МГц. А ось в США і Мексиці ці частоти зайняті технологією GSM, тому рішення Z-Wave там працюють на частоті 908, 42МГц. Це означає, що, з точки зору звичайного користувача, докупувати новий продукт в іншій країні і підключати його до своєї мережі домашньої автоматизації потрібно з великою обережністю. Наприклад, пристрій, створений для ринку США, буде несумісним з пристроями діапазону інших країн.

Bluetooth використовує той же діапазон 2,4ГГц, що і багато інших радіотехнологій, таких як мікрохвильові печі, радіоняні або бездротові телефони. Незважаючи на те, що Bluetooth забезпечений певним інструментарієм для протидії завад, використання смуги частот 2,4 ГГц - це безсумнівний недолік. Адже, крім наявності постійних завад, у діапазоні 2,4 ГГц є ще один великий недолік - сигнал на цій частоті згасає набагато швидше, ніж на частотах менше 1 ГГц, коли радіохвилі проникають крізь стіни та інші завади.

З цієї ж причини радіус дії технології Bluetooth Low Energy не є її сильною стороною. Незважаючи на теоретично досяжні «до 100 метрів в зоні прямої видимості», для Bluetooth четвертої версії при роботі двох пристроїв в приміщенні можна розраховувати на відстань до 10 метрів. Плутанини додає і той факт, що ця цифра сильно залежить не тільки від завад і перешкод, які є на шляху поширення сигналу, але і налаштувань виробників, так як з Bluetooth Smart у них є можливість в певних межах коригувати потужність сигналу пристрою (в тому числі збільшувати його потужність і підвищувати енергоспоживання).

Bluetooth, Wi-Fi і ZigBee мають маленький радіус зв'язку, а мобільний зв'язок і Wi-Fi споживають занадто багато енергії. Комунікація через ZigBee і LoRa дуже енергоефективна. Обидві технології використовуються для передавання невеликої кількості даних. ZigBee відмінно показує себе на невеликих відстанях, LoRa ж створена для комунікації на великі відстані. Також вони мають різну топологію мережі.

В табл. 1.2 представлено порівняльна характеристика основних характеристик та технологічних параметрів для протоколів ближнього радіуса дії.

Таблиця 1.1 – Протоколи ближнього радіусу дії

Технічні характеристики	Wi-Fi	Bluetooth Low Energy	ZigBee	Z-Wave
Дальність	До 100 м	80 м	100 м/Mesh	30 м/Mesh
Частота	2.4 ГГц, 5 ГГц	2.4 ГГц	915 МГц, 2.4 ГГц	900 МГц
Швидкість передачі	Макс. 7 Гбіт/с	< 1 мбіт/с	250 кбіт/с	10-100 кбіт/с
Споживання енергії	Високе	Понижене	Низьке	Низьке
Аутентифікація	Так	Проблематично	Так	Так
Шифрування	Так	Так	Так	Так
Двонаправленість	Так	Так	Так	ТАК
Стандарт	IEEE 802.11	Bluetooth 4.0	ZigBee	Z-Wave
Маштабованість	Так	Так	Так	Обмежено

А ще, при використанні спільно Wi-Fi, Zigbee і Bluetooth, оскільки протоколи працюють на близьких радіочастотах, то їх хвилі можуть накладатися один на одного, утворюючи завади (див. рис. 1.2). Не варто цього боятися, так

відбувається не у всіх, але треба пам'ятати даний факт при побудові мережі розумних пристроїв.

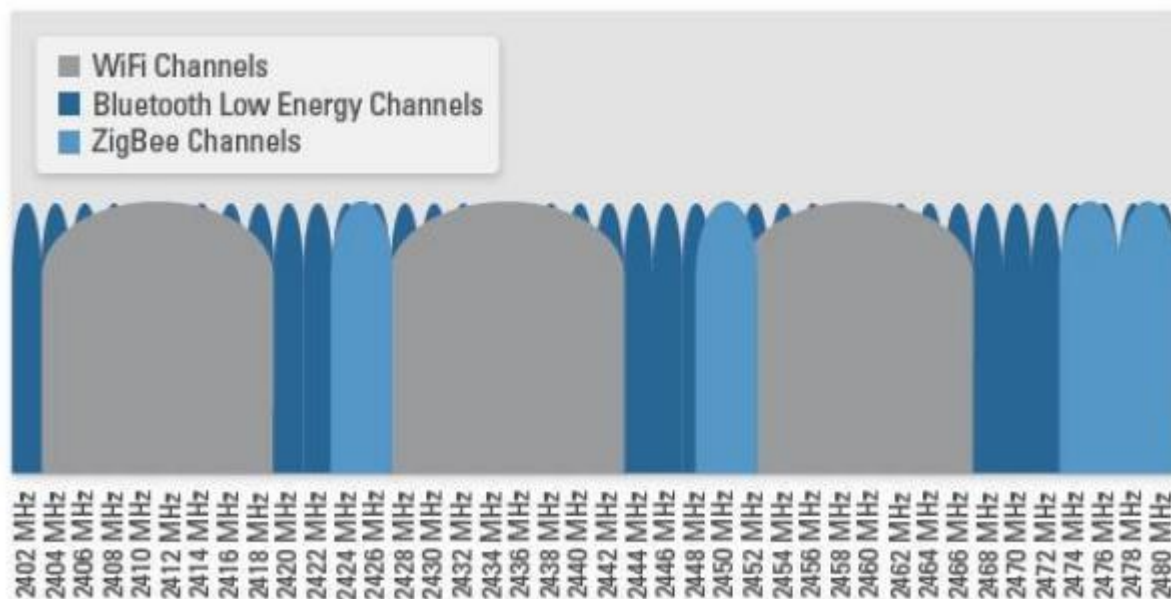


Рисунок 1.2 – Розподіл каналів зв'язку по протоколах

Таким чином потрібно звертати увагу на характеристики протоколу передачі інформації і те, які завади можуть буди на шляху радіосигналу.

1.3 Функціональні схеми потоку інформації

Унікальною формою технічної схеми для опису абстрактних функцій, які складають систему управління (наприклад, ПД-регулятори, обмежувачі швидкості, ручні завантажувачі), є функціональна діаграма. Цей тип документа широко використовується в промисловості генерації електроенергії для документування стратегій управління. Функціональні діаграми акцентують на потоці інформації всередині системи управління, а не на з'єднанні трубопроводів чи підключенні приладів (дроти, труби і т. д.). Загальний порядок функціональної діаграми — від верху донизу, при цьому вимірник процесу (трансмiтер) розташований у верхній частині, а останній керуючий елемент (клапан чи змінношвидкісний двигун) — у нижній. Намагаючись не влаштувати символи на функціональній діаграмі відповідно до фактичного розташування обладнання, не робиться жодних спроб: ці діаграми виключно про

алгоритми, використовувані для прийняття рішень щодо управління, і нічого більше.

Тут наведено приклад функціональної діаграми, де передавач потоку (FT) надсилає сигнал процесу до ПІД-регулятора, який потім надсилає сигнал змінної величини до клапана керування потоком (FCV).

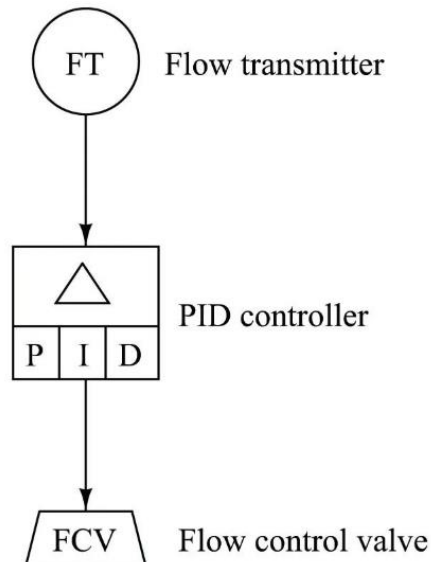


Рисунок 1.3 – Функціональна діаграма

Каскадна система управління, де вихід одного регулятора діє як задане значення для іншого регулятора, виглядає на функціональній діаграмі наступним чином.

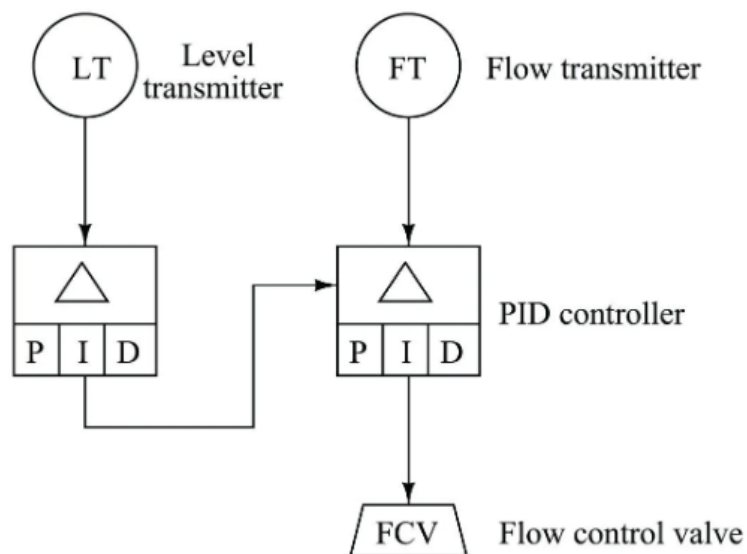


Рисунок 1.4 – Каскадна система управління

У цьому випадку первинний регулятор вимірює рівень у резервуарі, вказуючи вторинному (регулятору потоку) підтримувати необхідний обсяг потоку в або з резервуару, щоб утримувати рівень на встановленому значенні.

Функціональні діаграми можуть показувати різний рівень деталей стосовно стратегій управління, які вони документують. Наприклад, можна побачити автоматичне/ручне керування, подане як окремі об'єкти на функціональній діаграмі, окрім основної функції ПІД-регулятора. У наступному прикладі ми бачимо блок передачі (Т) і два блоки ручного налаштування (А), що надають оператору можливість окремо регулювати задане значення та вихідну (змінну) величини регулятора, а також перемикатися між автоматичним і ручним режимами.

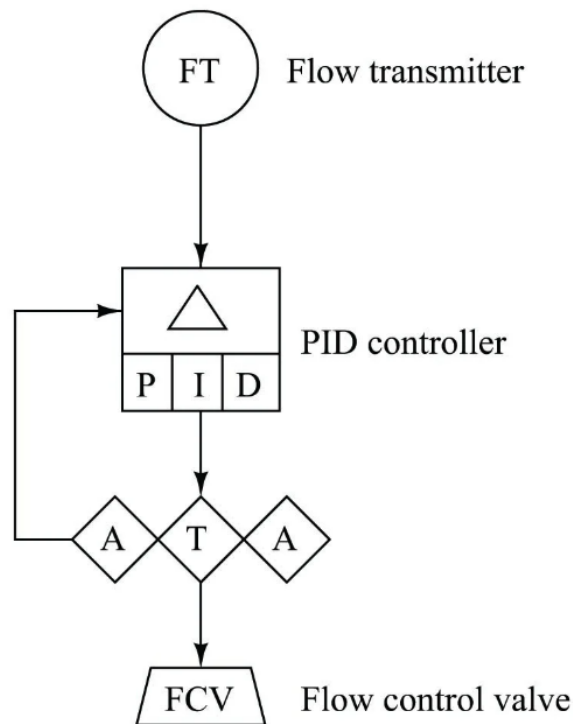


Рисунок 1.5 – Функціональна діаграма з різним рівнем деталей

Прямокутні блоки, такі як P, I та D, показані на цій діаграмі, представляють автоматичні функції. Ромбоподібні блоки, такі як A та T, є ручними функціями (тобто встановлюються оператором). Наводячи ще більше деталей, наступна функціональна діаграма вказує наявність в алгоритмі регулятора відстеження

заданого значення, функції, яка змушує значення заданої величини дорівнювати значенню процесу в будь-який час, коли регулятор перебуває в ручному режимі.

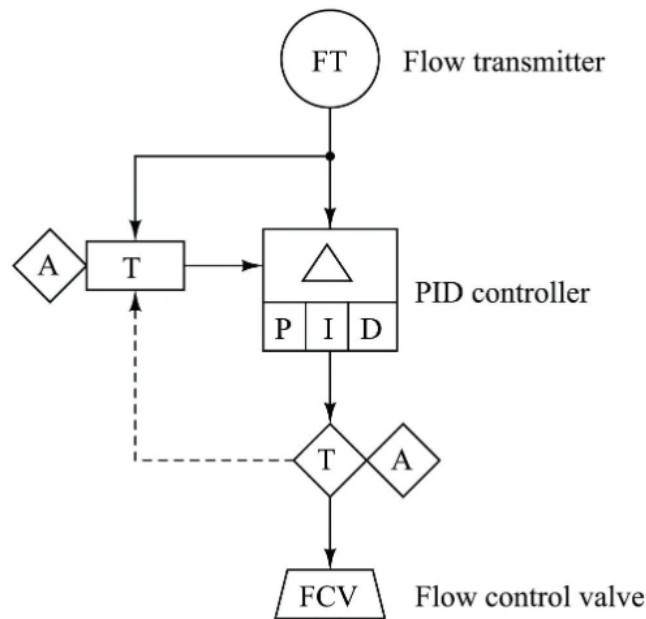


Рисунок 1.6 – Функціональна діаграма з пунктирними лініями

Тут ми бачимо новий тип лінії: пунктирну замість суцільної. Це також має значення у світі функціональних діаграм. Суцільні лінії представляють аналогові (неперервні) сигнали, такі як вимірювальна величина процесу, задана величина та змінювана величина. Пунктирні лінії вказують на дискретні (увімкнено/вимкнено) шляхи сигналів, у цьому випадку стан автоматичного/ручного керування контролера, який вказує алгоритму ПІД-регулятора отримувати задане значення або від введення оператора (A), або від введення величини процесу (трансмiтер потоку: FT).

1.4 Блок-схема операційної системи

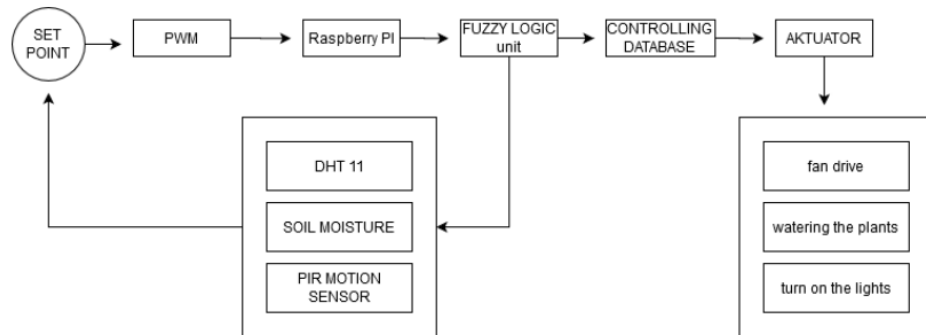


Рисунок 1.7 – Зациклення даних потоку процесу

Потік процесу відправлення команд на пристрій Raspberry Pi розпочинається з кнопки, яка вказує активацію системи. Після цього система виконує функцію з метою уникнення постійного завантаження даних в контролюючу базу даних чи веб-базу. Подібна ситуація може спричинити аварійну зупинку системи.

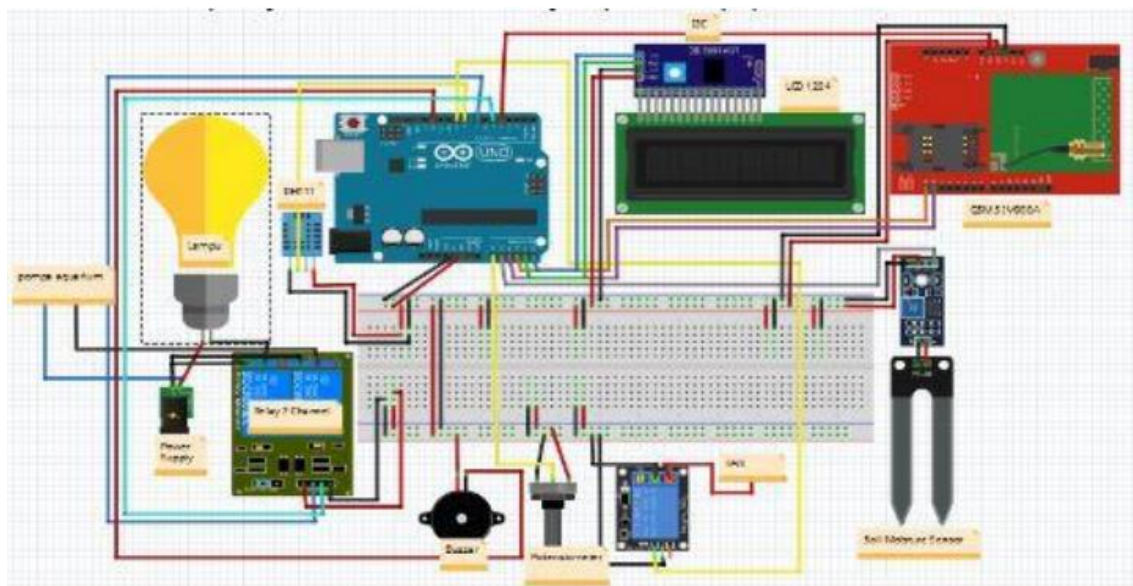


Рисунок 1.8 – Блок-схема системи мікроконтролера

Це спільна схема кола кількох наборів апаратних компонентів, об'єднаних в одну комплексну схему. У цьому дослідженні автоматична система управління

була застосована до будинку, який складається з семи контрольованих зон. Для цього управління використовуються датчик світла, датчик руху та температурний датчик, а також мобільний додаток для Android для зручного дистанційного управління. При активації автоматичного режиму дані надсилаються на мікроконтролер для прикладу на Raspberry Pi Zero через базу даних.

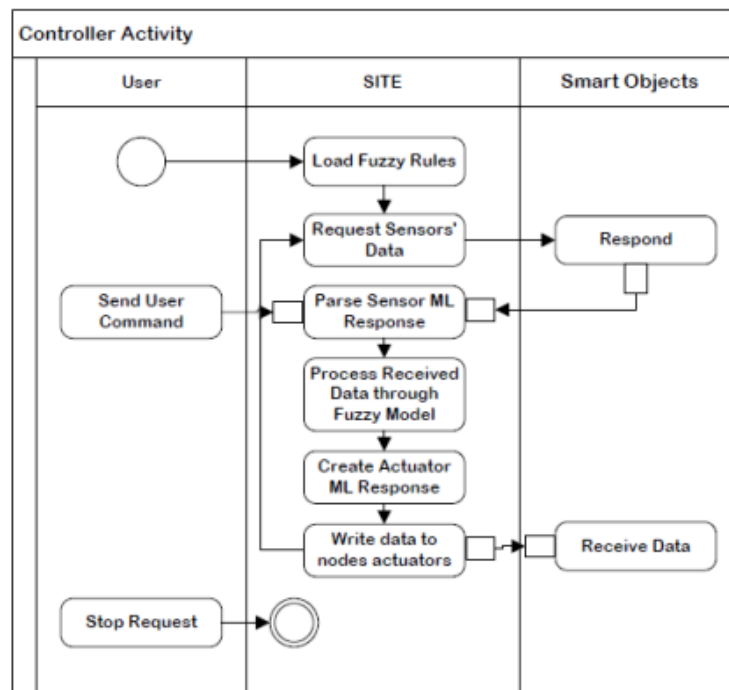


Рисунок 1.9 – Блок-схема системи надсилання правил

Мікроконтролер оброблятиме дані відповідно до даних, надісланих застосунком, після чого дані відправляться назад до застосунку через базу даних. Наприклад, при управлінні вручну, користувач вмикає керування вентилятором, натискаючи перемикач ON у застосунку. Дані надсилаються на мікроконтролер через базу даних для обробки, після чого вентилятор вмикається. Дані повертаються в базу даних .NET.

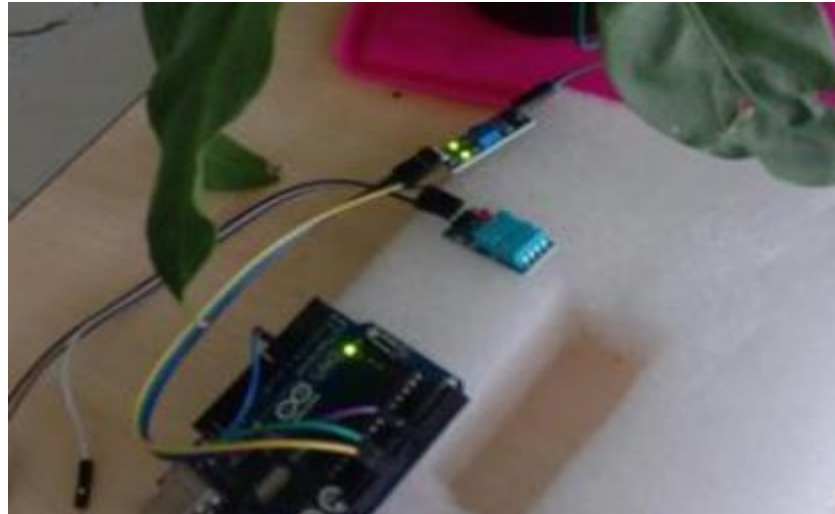


Рисунок 1.10 – Датчик вологості ґрунту

Є 2 умовні параметри для керування клапаном. Якщо виявлено, що вологість наближається до рівня 95 (з попередньо визначеним параметром температури), то стан клапана увімкнеться, і розпочнеться автоматичне змивання. Встановлені точки знаходяться в уразливому діапазоні між 45 і 95 градусами Цельсія.



Рисунок 1.11 – Датчик DHT11.

Датчик виявляє температуру менше 20 градусів, датчик відправляє команду мікроконтролеру виконати команду до водія, яка полягає в вимкненні вентилятора. Якщо ні, датчик виявляє температуру від 20 до 30 градусів, тоді

датчик відправляє команду мікроконтролеру виконати команду до водія, яка полягає в увімкненні вентилятора на високій швидкості.

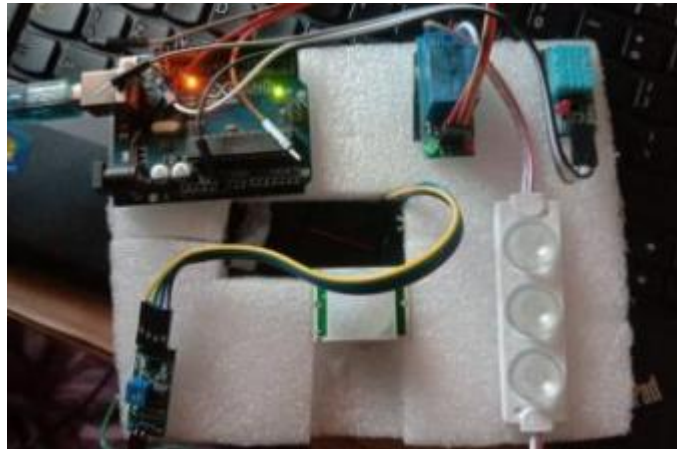


Рисунок 1.12 – Датчик руху PIR.

Вказує на вхід від датчика світла та датчика руху. У ручному режимі користувач може керувати світлом у кожній кімнаті за допомогою прямої команди ВВІМК/ВИМК у застосунку. Якщо ні, датчик руху виявляє рух (значення 1), тоді датчик відправляє команду мікроконтролеру виконати команду, а саме ввімкнення світла (ВВІМК). Якщо ні, датчик відправляє команду мікроконтролеру вимкнути світло (ВИМК).

В контексті нашої інформаційно-контрольної системи існують безліч можливостей для додаткового розширення та налаштувань, що дозволяє індивідуалізувати систему відповідно до конкретних потреб кожного користувача. Основним напрямком для додаткового розширення може бути інтеграція різноманітних типів датчиків, які враховують специфіку об'єкта або середовища, що контролюється.

Датчики Середовища: Залежно від області використання, можна додати датчики, які вимірюють рівень звуку, якість повітря, або навіть радіаційний фон.

Видеоспостереження: Інтеграція систем відеоспостереження, яка дозволить користувачеві в режимі реального часу спостерігати за подіями в об'єкті або в околиці.

Енергозберігаючі технології: Додавання сенсорів енергопотреб, що дозволить вивчати та оптимізувати витрати електроенергії.

Інтеграція Зовнішніх Даних: Застосування API для отримання погодних або транспортних даних, що може допомогти в ліпшому плануванні та управлінні ресурсами.

Інтелектуальний Аналіз: Використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування та аналізу даних, яке робить систему більш адаптивною та ефективною з часом.

Управління Енергозберігаючими Процесами: Автоматизація енергозберігаючих вузлів, таких як освітлення та опалення, з урахуванням графіка та умов середовища.

За допомогою індивідуального підходу до вибору додаткових компонентів, користувач може створити ідеально пристосовану систему, яка відповідає його конкретним потребам та очікуванням. Розширення можливостей системи може бути реалізовано шляхом додавання нових функцій та інтеграції різноманітних сенсорів згідно з власними вимогами та вподобаннями користувача.

Зазначу, що з впровадженням штучного інтелекту в інформаційно-контрольні системи можливості автоматизації та прийняття рішень зростають значно. Інтелектуальні алгоритми можуть аналізувати та взаємодіяти з отриманими даними, що відкриває нові можливості для оптимізації процесів та підвищення ефективності систем управління. Разом із зростанням кількості датчиків та використанням штучного інтелекту, інформаційно-контрольні системи набувають більшої гнучкості та адаптивності, що робить їх важливим інструментом у сучасному світі технологій.

2 ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ СИГНАЛІВ У ІНФОРМАЦІЙНО-КОНТРОЛЬНІЙ СИСТЕМІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Інформаційна система розумного будинку, яку ми розглядаємо, взаємодіє з різноманітними фізико-технічними сигналами, що входять у її склад, і забезпечує високий рівень надійності та ефективності в управлінні навколишнім середовищем.



Рисунок 2.1 – Приклад розташування датчиків у будинку

Як показано на рис.2.1, на прикладі звичайного будинку датчики розташовані в різних частинах. Кожні датчики мають певні параметри та певні впливи на кожен з них. Таким чином вони можуть піддаватися завадам і їх властивості і дані можуть корегуватися в залежності від обставин і місця знаходження.

2.1 Температурні параметри

У нашій інформаційній системі розумного будинку використовуються термодатчики для вимірювання температури навколишнього середовища. Ці датчики забезпечують точне вимірювання температури з високою чутливістю. Важливою характеристикою є діапазон температур, який може бути виміряний, і точність датчика. Висока якість температурних даних є ключовою для оптимального контролю клімату та ефективності системи.

Температурні параметри в ІКС представлені використанням високоточних термодатчиків, які вимірюють температуру навколишнього середовища. Ці термодатчики забезпечують високу точність та стабільність вимірювань, реагуючи на мінімальні зміни температури. Вони мають визначений діапазон температур, в межах якого забезпечують надійні та точні вимірювання, що важливо для правильного функціонування системи в різних умовах експлуатації.

Точність вимірювань температурних параметрів визначається як різниця між вимірюваною температурою та фактичною температурою. Висока точність є критично важливою, особливо в сферах, де потрібна висока прецизія, наприклад, в промисловості чи лабораторних дослідженнях.

Стабільність вимірювань вказує на здатність термодатчика утримувати стабільні показники впродовж тривалого періоду. Це важливо для уникнення неточностей через дрейф температур чи зміну характеристик термодатчика з часом.

Час відгуку визначає, як швидко термодатчик може реагувати на зміни температури. Швидкий час відгуку є важливим для систем, які потребують миттєвої реакції на зміни температури.

Термодатчики піддаються процедурі калібрування для коригування будь-яких відхилень в їхніх вимірюваннях. Крім того, система може використовувати компенсаційні методи для управління впливом зовнішніх факторів, таких як зміна атмосферного тиску чи вологості.

Вимірювані температурні дані можуть передаватися через різні інтерфейси, такі як аналогові або цифрові сигнали, залежно від характеристик системи та її спроможностей зв'язку.

2.2 Вологість

Датчики вологості використовуються для вимірювання кількості водяної пари в повітрі або ґрунті. Ці дані є критичними для сільського господарства та автоматизованих систем поливу. Діапазон роботи датчика вологості і його точність є факторами, які впливають на надійність вимірювань.

Вологість в контексті нашої розумної інформаційно-контрольної системи для будинку представляє собою ключовий параметр, який визначає і забезпечує оптимальні умови для життя та здоров'я мешканців. Датчики вологості вимірюють кількість водяної пари в повітрі, враховуючи умови як усередині приміщення, так і зовні.

Ця система розумного будинку використовує передові технології датчиків вологості, що забезпечують високу точність та швидкість вимірювань. Датчики розташовані стратегічно в різних зонах будинку, щоб забезпечити повний охоплення інтер'єру.

Однією з ключових функцій системи є автоматичне регулювання вологості відповідно до зазначених параметрів. Наприклад, якщо рівень вологості перевищує встановлені норми, система може автоматично включити вентиляцію або здійснити інші заходи для зниження вологості. На вищому рівні інтеграції, система може взаємодіяти з іншими підсистемами, такими як опалення чи кондиціонування повітря, для забезпечення гармонійних умов.

Крім того, система може надавати користувачам звіти та графіки щодо рівня вологості в різних зонах будинку на основі даних, що збираються з датчиків. Це дозволяє мешканцям вчасно реагувати на будь-які зміни та впливати на мікроклімат в конкретних приміщеннях.

Система також може забезпечувати інтелектуальні поради щодо управління вологістю, наприклад, рекомендації щодо використання зволожувачів чи провітрювання у певний час доби. Це створює зручний та ефективний спосіб управління мікрокліматом в будинку, забезпечуючи здорове та комфортне середовище для життя.

2.3 Освітленість

Фотодатчики вимірюють рівень освітленості в конкретному місці. Ці дані використовуються для автоматичного управління освітленням. Характеристики включають чутливість до різноманітних діапазонів світла та можливість роботи в різних умовах освітлення.

Освітлення в розумному будинку представляє собою важливий аспект, де інформаційно-контрольна система виконує важливі функції для оптимізації комфорту та ефективності. Система освітлення у цьому контексті детально оптимізована для відповіді на різні сценарії та умови користування.

Розумна система освітлення спрямована на автоматизацію та персоналізацію використання світла в будинку. Датчики освітленості вимірюють рівень світла в різних зонах, а система аналізує ці дані для прийняття оптимальних рішень.

В залежності від дня, часу та активності в приміщенні, система може автоматично регулювати яскравість та колір світла. Уранці або вечері, коли природне світло слабше, система може підняти яскравість світла для забезпечення належного освітлення. У вечірні години, коли потрібно створити атмосферу затишку, система може знизити яскравість та змінити колір світла на тепліший відтінок.

Додатково, сценарії освітлення можуть бути налаштовані користувачем або програмовані для конкретних заходів. Наприклад, "Добро ранку" може автоматично увімкнути світло в спальні та ванній на приглушеному режимі, створюючи сприятливу атмосферу для ранкового пробудження. "Кінозала" може

автоматично вимикати головне світло та дозволяти світлу підсвічувати шлях до кухні чи туалету.

Система також може враховувати присутність людей у приміщенні, вимикаючи світло у пустих кімнатах для економії енергії. Датчики руху та присутності забезпечують реакцію на дії користувачів.

Крім того, розумна система освітлення інтегрована з іншими аспектами розумного будинку. Наприклад, вона може співпрацювати з системою контролю температури та заслонами, регулюючи світло відповідно до встановленого комфортного режиму.

2.4 Рух

Система використовує рухові сенсори для виявлення руху в конкретних зонах. Ці дані застосовуються для безпеки та ефективного управління енергозберігаючим освітленням. Важливими характеристиками є дальність виявлення та чутливість сенсора.

У системі інформаційного контролю в розумному будинку, рухові сенсори грають критичну роль в забезпеченні безпеки, комфорту та енергоефективності. Ці сенсори виявляють наявність руху в різних зонах будинку і використовують отриману інформацію для автоматизації різних аспектів системи.

Коли мешканець входить в конкретну зону, руховий сенсор реєструє його присутність. Система тут може реагувати різними способами, оптимізуючи середовище. Наприклад, якщо рух виявлено в коридорі вночі, система може автоматично включити певне освітлення, забезпечуючи безпечний рух по будинку. Це не лише забезпечує безпеку, але й забезпечує енергозбереження, оскільки світло активується тільки там, де це необхідно.

Крім того, рухові сенсори використовуються в системах безпеки. Якщо система виявляє рух або активність в недозволеному місці або в неправильний час, вона може автоматично запускати сигнал тривоги або надсилати повідомлення власнику будинку чи службі безпеки.

У разі відсутності руху протягом певного періоду часу, система може автоматично вимикати світло, понижувати температуру чи виконувати інші енергозберігаючі заходи. Це сприяє ефективному використанню енергії та забезпечує економію ресурсів.

Додатково, рухові сенсори використовуються для інтеграції із системами автоматичного управління, наприклад, з автоматизацією опалення та кондиціонування повітря. Якщо ніхто не знаходиться в певній зоні, система може автоматично переходити в енергозберігаючий режим, що сприяє зменшенню енергоспоживання та оптимізації роботи систем.

Таким чином, рухові сенсори в розумному будинку використовуються для створення інтелектуального та реактивного середовища. Забезпечуючи безпеку, комфорт та енергоефективність.

2.5 Звук

Мікрофони або акустичні сенсори вимірюють рівень звуку в навколишньому середовищі. Ці дані можуть бути використані для систем моніторингу шуму та безпеки. Важливими параметрами є діапазон частот та чутливість сенсора.

У рамках розумного будинку, аудіо-система визначається не лише як звичайний аудіопрогравач, але і як комплексна система, що включає в себе різні аспекти, такі як голосовий асистент, музичний стрімінг, системи безпеки та інше.

Звукова система в розумному будинку використовується для створення інтелектуального та комфортного оточення. Головним елементом цієї системи є голосовий асистент, який може взаємодіяти з мешканцями будинку для виконання різних завдань. Це включає управління освітленням, термостатом, відтворенням музики, розкладами та багато іншого.

Вбудований голосовий асистент може розпізнавати команди та виконувати дії в залежності від потреб користувача. Наприклад, можна сказати "Знизь

освітлення в гостинній" або "Відтвори улюблену музику", і система автоматично налаштує параметри відповідно.

У розумному будинку також можуть бути встановлені звукові датчики, які реагують на певні звукові події або вираження (наприклад, тривоги чи дзвінок у двері). Це може використовуватися для покращення системи безпеки, а також для моніторингу домашніх умов.

У деяких випадках, звукова система може бути інтегрована з системою відеоспостереження, щоб надавати більше інформації при виникненні подій. Наприклад, звуковий сигнал може викликати включення відеопотоку для візуальної перевірки того, що відбувається в певному місці.

Звукова система також може бути інтегрована із системами розваг, дозволяючи стрімити музику, подкасти або інші аудіовмістки з різних джерел. Інтелектуальний аналіз вподобань користувача може допомогти системі рекомендувати музичний контент, що відповідає особистим уподобанням.

Така звукова система в розумному будинку створює не лише технічно вдосконалене оточення, але й покращує якість життя, роблячи будинок більш доступним і зручним для користувачів.

2.6 Тиск

Датчики тиску вимірюють атмосферний тиск або тиск у конкретному середовищі. Це важливо для систем, які вимагають контролю тиску, наприклад, системи контролю клімату або виробничі процеси.

У системі розумного будинку тиск відіграє ключову роль у забезпеченні оптимальних умов життя та функціонування різноманітних систем. Датчики тиску використовуються для вимірювання атмосферного тиску в приміщенні або у конкретних областях будинку, і ці дані стають важливою частиною інформаційно-контрольної системи.

По-перше, вимірювання атмосферного тиску дозволяє системі визначати зміни у погодних умовах. Наприклад, при спаді тиску може вказувати на

наближення дощу чи інших погодних аномалій. Система може автоматично реагувати на ці зміни, налаштовуючи оптимальні умови в будинку: включення систем опалення, кондиціонування повітря чи інші системи, щоб забезпечити комфорт та безпеку мешканців.

По-друге, контроль тиску є важливим для деяких виробничих процесів у будинку, таких як системи водопостачання та опалення. Датчики тиску можуть виявляти витoki чи інші аномалії у системах тиску, і система автоматично може вимкнути або обмежити роботу цих систем для уникнення можливих аварій.

Крім того, система може використовувати дані про тиск для оптимізації використання ресурсів. Наприклад, контроль тиску у системах опалення може дозволити ефективніше використовувати енергію, регулюючи роботу систем відповідно до потреб та забезпечуючи оптимальний рівень комфорту.

Враховуючи деталізований моніторинг тиску в розумному будинку, система може також надавати користувачеві аналітичну інформацію про тривалість та частоту відхилень у тиску, що дозволяє вдосконалити ефективність систем та приймати управлінські рішення для оптимізації роботи будинку в цілому.

2.7 Гази

Для вимірювання концентрації певних газів використовуються газові сенсори. Це може бути важливо для контролю якості повітря та безпеки. Дані про діапазон вимірювання та чутливість газових сенсорів є ключовими для їх ефективного використання.

У розумному будинку інформаційно-контрольна система взаємодіє з газовими сенсорами для забезпечення контролю та безпеки щодо концентрації певних газів у повітрі.

Газові сенсори вимірюють концентрацію різних газів, таких як метан, пропан, дим, діоксид вуглецю і інші, які можуть бути потенційно небезпечними або свідчити про можливі проблеми в системах опалення чи газових приладах.

Система надсилає дані з цих сенсорів до центрального управління, де вони аналізуються та використовуються для прийняття рішень.

Якщо концентрація газів перевищує встановлені безпечні значення, система автоматично активує відповідні заходи. Наприклад, при виявленні витоку газу, система може відключити газопостачання, вислати сповіщення користувачу чи службі екстреної допомоги, а також вмикати системи вентиляції для виведення газів з будинку.

Така інформаційно-контрольна система дозволяє надійно контролювати якість повітря в приміщенні та реагувати на потенційно небезпечні ситуації, що виникають внаслідок газових витоків чи інших аномалій. Такий підхід сприяє створенню безпечного та комфортного середовища для мешканців будинку, підвищуючи загальний рівень безпеки і забезпечуючи автоматизоване управління системами безпеки в реальному часі.

3 СИСТЕМИ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ МОЖЛИВІСТЬ КЕРУВАТИ ДИСТАНЦІЙНО

Методи, що забезпечують можливість дистанційного керування в інформаційно-контрольній системі розумного будинку включають в себе бездротові технології, такі як радіохвилі та Bluetooth, які дозволяють взаємодіяти з різними пристроями через великі відстані. Крім того, використання Інтернету речей (IoT) дозволяє підключати різноманітні датчики та пристрої до мережі для збору та обміну даними.

Методи радіо- та інфрачервоного дистанційного керування використовуються для управління освітленням, побутовою технікою та системами кондиціонування повітря. Технології голосового керування дозволяють взаємодіяти з системою за допомогою команд голосом через інтегровані асистенти, такі як Google Assistant чи Amazon Alexa.

Камери відеоспостереження та датчики руху можуть використовуватися для моніторингу та забезпечення безпеки віддаленими користувачами. Технології замків із віддаленим управлінням дозволяють відкривати та закривати двері за допомогою мобільного додатку або веб-інтерфейсу.

Усі ці методи обладнань створюють інтегровану систему, яка дозволяє власникам будинку ефективно та зручно керувати різними аспектами їхнього простору навіть на великій відстані.

Використання мікроконтролерів, таких як Arduino або Raspberry Pi, у системі дистанційного керування розумного будинку є високоефективним методом автоматизації та управління різноманітними пристроями та системами, навіть на відстані. Ці мікроконтролери забезпечують створення інтелектуальних систем, які реагують на команди, отримані через мобільні додатки або інші пристрої через Інтернет.

Мікроконтролери мають вбудовані входи-виходи (GPIO), які програмуються для взаємодії з різними сенсорами, пристроями та іншими

компонентами розумного будинку. Мікроконтролери оснащені рядом входів-виходів, що можуть бути програмовані для виконання різних завдань. Ці GPIO (з англ. General Purpose Input/Output) дозволяють зчитувати сигнали від різноманітних сенсорів та взаємодіяти з актуаторами, такими як реле, що керують підключеними електроприладами.

Під час роботи в системі дистанційного керування, мікроконтролер взаємодіє з сервером або хмарним сервісом, отримуючи команди від користувача через мобільний додаток або інші інтерфейси. Коли отримано команду, мікроконтролер аналізує її та виконує відповідні дії, взаємодіючи з підключеними пристроями в будинку.

Використовується для обробки електричних сигналів, взаємодії з периферійними пристроями через цифрові та аналогові сигнали. Вони можуть включати в себе процесори, пам'ять, а також модулі для зв'язку з мережею (наприклад, Wi-Fi або Bluetooth) для отримання команд та передачі стану системи.

Наприклад, якщо користувач вирішує змінити температуру в приміщенні через мобільний додаток, команда відправляється до мікроконтролера. Мікроконтролер, який може бути підключений до термостата, отримує цю команду і змінює налаштування температури згідно з бажанням користувача.

Такий підхід дозволяє створювати персоналізовані та гнучкі системи дистанційного керування, адаптовані до конкретних потреб користувача. Мікроконтролери стають центральною частиною інтелектуального будинку, забезпечуючи ефективну та інтуїтивно зрозумілу взаємодію між користувачем і розумними системами.

3.1 Система Fibaro

Стартовий комплект Fibaro Starter Kit (FIB_Start) представляє собою набір, що включає центральний контролер Fibaro, датчик руху, диму, витоку, відкривання дверей і вікон, а також модуль для розетки для керування

електроприладами. Вартість обладнання становить в середньому 20000 грн. Цей комплект є стартовим набором із можливістю розширення. Зв'язок модулів здійснюється за допомогою радіоканалу. Є можливість додавання до системи датчиків температури, вологості, освітленості, а також інших модулів для керування електроприладами. Приклад на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Система Fibaro

Метод дистанційного керування в рамках стартового комплекту Fibaro використовує бездротовий радіоканал для забезпечення взаємодії між центральним контролером і підключеними до нього модулями, такими як датчики руху, диму, витоку, відкривання дверей і вікон, а також модулі для керування електроприладами.

Комунікація між пристроями відбувається за допомогою радіочастот, які передають інформацію між центральним контролером та підключеними модулями. Зазвичай, стандарти бездротового зв'язку, такі як Zigbee або Z-Wave, використовуються для забезпечення ефективної і стабільної комунікації на невеликих відстанях у приміщенні.

У модулях, які входять до складу стартового комплекту, вбудовані бездротові чіпи або модулі, що забезпечують безперервний зв'язок з центральним контролером. Ці чіпи мають вбудовані антени та мікроконтролери, які відповідають за обробку та передачу інформації. Команди від центрального контролера відправляються у вигляді радіосигналів, які отримуються модулями та виконують відповідні дії.

Користувач може взаємодіяти з центральним контролером через спеціальне програмне забезпечення або мобільний додаток, використовуючи Інтернет-з'єднання. Центральний контролер, отримавши команду від користувача, відправляє відповідні сигнали через радіоканал до відповідного модуля для виконання необхідної операції, такої як увімкнення/вимкнення електроприладу або сповіщення про спрацювання датчика.

Таким чином, фізичні властивості та мікроелектроніка забезпечують ефективне дистанційне керування в межах стартового комплекту Fibaro, роблячи його досить простим у використанні та розширенні для керування різними аспектами умного будинку.

Переваги системи. Широкий спектр пристроїв: Fibaro надає різноманітні пристрої, включаючи датчики температури, руху, диму, розумні розетки та багато інших. Це забезпечує різнобічний контроль та автоматизацію у різних областях будинку.

Системи Fibaro, як правило, забезпечують високу точність у зборі та передачі даних завдяки якісним датчикам та технологіям.

Залежно від конфігурації системи та кількості підключених пристроїв, Fibaro може обробляти велику кількість інформації, надаючи користувачам докладні дані про стан та події в їхньому будинку.

Інтеграція з іншими розумними пристроями: Системи Fibaro забезпечують підтримку різних стандартів зв'язку, таких як Z-Wave та HomeKit, що дозволяє інтегрувати їх з іншими розумними пристроями від різних виробників.

Гнучкість налаштування: Користувачі можуть легко налаштувати сценарії автоматизації через інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє адаптувати систему до своїх потреб.

Безпека. Багато продуктів Fibaro призначені для забезпечення безпеки будинку, такі як датчики диму та руху, що робить систему корисною для сімей з дітьми або тими, хто цінує безпеку.

Недоліки.

Вартість: продукти Fibaro зазвичай високоякісні, але це може відбитися на їх ціні. Це може бути недоступним для бюджетних користувачів.

Обмежена сумісність: у деяких випадках сумісність із пристроями інших виробників може бути обмеженою, особливо якщо вони використовують інші стандарти зв'язку.

Залежність від електроживлення: більшість пристроїв Fibaro потребують електроживлення, що може створити проблеми у разі вимкнення електроенергії.

Складність установки: деякі користувачі зазначають, що встановлення та налаштування пристроїв може вимагати певного технічного досвіду.

3.2 Система Ajax

Система Ajax представляє собою комплекс рішень для забезпечення безпеки та автоматизації вдома. Вона включає в себе різноманітні пристрої, призначені для контролю за різними параметрами середовища та забезпечення охорони. Приклад системи на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Система Ajax

Серцем системи є центральний контролер, який виступає як мозковий центр і забезпечує взаємодію між усіма компонентами. Датчики руху, відкриття дверей та вікон, димові та проточники води, камери відеоспостереження та інші пристрої інтегруються в цю систему, утворюючи єдиний інтелектуальний комплекс.

Основною перевагою Ajax є можливість дистанційного моніторингу та управління через мобільний додаток. Користувач може отримувати повідомлення про події, визначені датчиками, а також взаємодіяти з системою в режимі реального часу. Це надає зручність та контроль над безпекою та автоматизацією домашнього середовища навіть здалеку.

Ajax використовує передові технології безпеки та шифрування для захисту від несанкціонованого доступу. Завдяки високій надійності та зручній інтеграції, ця система стала популярною серед користувачів, бажаючих створити розумний та безпечний будинок.

Метод дистанційного керування в системі Ajax забезпечує можливість дистанційно керувати різними пристроями та функціями вдома через мобільний додаток. Цей метод ґрунтується на використанні бездротових технологій та мікроелектроніки для забезпечення безперервного та ефективного взаємодії з системою.

Фізичні властивості дистанційного керування в системі Ажах базуються на використанні радіочастотного зв'язку між центральним контролером та підключеними пристроями. Вбудовані радіочастотні чіпи в пристроях Ажах взаємодіють із центральним контролером для передачі команд та інформації.

З погляду мікроелектроніки, цей процес включає в себе використання мікроконтролерів та бездротових передавачів/приймачів, що вбудовані в кожен пристрій системи. Коли користувач надсилає команду через мобільний додаток, центральний контролер перетворює цю команду в радіосигнал і відправляє його до відповідного пристрою. Там вбудований мікроконтролер обробляє цей сигнал та виконує відповідну дію, будь то увімкнення світла, відкриття дверей чи інша операція.

Бездротові технології, такі як Bluetooth або Wi-Fi, можуть використовуватися для забезпечення зв'язку між мобільним пристроєм користувача та центральним контролером. Таким чином, через комбінацію радіочастотного зв'язку та мікроелектроніки система Ажах забезпечує зручний та ефективний спосіб дистанційного керування різними функціями та пристроями вдома.

Переваги Ажах.

Бездротова технологія: ажах використовує бездротові технології зв'язку, що полегшує встановлення та надає гнучкість у розташуванні датчиків. Це також сприяє мінімізації дротів, що спрощує процес встановлення.

Надійність зв'язку: ажах використовує технологію Jeweller для забезпечення стабільного та надійного бездротового зв'язку між пристроями. Це важливо для точної передачі даних та запобігання втраті зв'язку.

Висока точність датчиків: ажах забезпечує високу точність у роботі своїх датчиків, таких як датчики руху та відкриття/закриття. Це важливо для надійного виявлення подій та мінімізації хибних спрацьовувань.

Мінімізація затримок: технології Ажах розроблені з урахуванням мінімізації затримок при передачі інформації між пристроями та центральним

центром управління. Це важливо для оперативного реагування на події у будинку.

Обробка даних у реальному часі: система Ajax здатна обробляти дані в режимі реального часу, що дозволяє моментально реагувати на зміни у навколишньому середовищі та запобігати проблемам.

Висока пропускна здатність: Ajax Systems забезпечує високу пропускну здатність передачі даних, що дозволяє обробляти великий обсяг інформації, такий як відеозаписи, без істотних затримок.

Недоліки Ajax.

Вартість: Ajax може бути дорожчим варіантом у порівнянні з деякими іншими системами безпеки. Це може бути недоступним для деяких споживачів.

Обмежені аналітичні можливості: деякі просунуті системи можуть пропонувати ширший набір аналітичних інструментів для обробки даних та виявлення нестандартних сценаріїв.

Обмежені опції зберігання даних: залежно від конфігурації та підписки, обсяг даних, що зберігаються, може бути обмежений, що може бути недостатнім для деяких користувачів з високими вимогами до архівування.

Залежність від хмарних сервісів: система Ajax зазвичай вимагає підключення до хмарних сервісів для віддаленого керування. Це може створити проблеми, якщо немає доступу до Інтернету.

Обмежені можливості інтеграції з іншими системами: незважаючи на інтеграцію з розумними пристроями, можливості інтеграції з іншими сторонніми системами можуть бути обмеженими порівняно з деякими конкурентами.

Залежність від електроживлення: як і багато бездротових систем, Ajax вимагає електроживлення для роботи. У разі вимкнення електроенергії може знадобитися резервне живлення.

3.3 Система BroadLink

Система BroadLink представляє собою комплексну платформу для розумного дому, яка дозволяє користувачам ефективно керувати різними аспектами їхнього життя за допомогою сучасних технологій. Ця система розроблена з урахуванням потреб сучасного користувача та впроваджує в себе широкий спектр можливостей. Приклад на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Система BroadLink

Однією з ключових функцій BroadLink є управління домашнім освітленням, обігрівом та кондиціонуванням повітря. Користувачі можуть дистанційно регулювати яскравість світла, температуру в приміщенні, а також розкласти сценарії освітлення та обігріву відповідно до своїх потреб і графіку.

До складу системи також входить функціонал управління побутовою технікою та електроприладами. Завдяки підтримці різноманітних пристроїв BroadLink дозволяє користувачам включати або вимикати побутові прилади, такі як телевізори, аудіосистеми, пилососи тощо, зручно використовуючи мобільний додаток або голосові команди.

Система також включає в себе функції безпеки, такі як відеоспостереження та сигналізація. Вбудовані датчики руху та камери дозволяють користувачам в

режимі реального часу стежити за подіями в їхньому домі та отримувати повідомлення у випадку виявлення підозрілих обставин.

Гнучкість та можливість розширення є однією з ключових переваг BroadLink. Система легко інтегрується з іншими сучасними технологіями розумного дому та підтримує різні пристрої, що дозволяє користувачам створювати індивідуальні сценарії та адаптувати систему до своїх потреб.

Метод дистанційного керування в системі BroadLink базується на використанні бездротових технологій та принципах фізики радіохвиль. Дистанційне керування передбачає використання сигналів, які можуть подолати відстань між користувачем та системою, щоб викликати певні дії або зміни у роботі пристроїв.

Система BroadLink використовує радіохвилі для передачі сигналів дистанційного керування. Радіохвилі представляють собою електромагнітні хвилі, що рухаються у просторі зі швидкістю світла. Їхні характеристики визначаються частотою та довжиною хвилі.

Загалом, радіосигнали генеруються в передавачі, потім вони поширюються через повітря та отримуються приймачем, який інтерпретує їх як команди для виконання певних дій.

На рівні мікроелектроніки цей процес включає в себе використання бездротових чіпів, антен та мікроконтролерів. В серці передавачів і приймачів знаходяться інтегральні схеми, які генерують, модулюють та демодулюють сигнали.

Технологія BroadLink, ймовірно, використовує сучасні бездротові протоколи, такі як Wi-Fi або Bluetooth, для забезпечення стабільного та безпечного зв'язку між пристроями.

Переваги.

Обробка різних типів даних: багато продуктів BroadLink можуть обробляти різні типи даних, такі як інформація про температуру, вологість, рух та інші параметри, залежно від використовуваних датчиків. Це дозволяє

користувачам отримувати повну картину про стан та навколишнє середовище в розумному будинку.

Широкий спектр сенсорів: наявність різноманітних сенсорів у пристроях BroadLink може забезпечити точне та всебічне збирання даних про домашнє середовище, що є важливим для ефективного управління розумним будинком.

Висока точність у діях керування: у разі використання універсальних пультів дистанційного керування BroadLink вони зазвичай надають точні та надійні команди для керування різними пристроями в будинку.

Недоліки.

Обмежені можливості дешевих моделей: деякі дешевші моделі пристроїв BroadLink можуть мати обмежені можливості обробки та передачі даних у порівнянні з більш дорогими та сучасними системами розумного будинку.

Обмежені обсяги пропускнуої здатності мережі: деякі системи BroadLink можуть бути обмежені в мережній пропускнуій здатності, що може вплинути на швидкість передачі даних, особливо при обробці великого обсягу інформації.

Точність датчиків може змінюватись: якість і точність датчиків, які використовуються у пристроях BroadLink, можуть відрізнитися залежно від конкретної моделі. Це може позначитися на точності даних, що збираються.

Обмежені можливості обробки даних у пристроях: у більш простих або дешевих пристроях BroadLink можуть бути обмежені можливості обробки даних, що може вплинути на їхню здатність обробляти великі обсяги інформації або виконувати складні обчислення.

3.4 Аналіз та удосконалення інформаційної системи розумного будинку

Зробивши аналіз найпопулярніших, в Україні, інформаційних систем для розумного будинку, отримали певні висновки та дані.

Система Fibaro має датчики руху та присутності, що моніторять рух у приміщенні, датчики температури та вологості, які вимірюють кліматичні умови у будинку, датчики відкриття/закриття, що реєструють стан дверей та вікон,

датчики диму та витоку газу, що забезпечують безпеку, виявляючи потенційні небезпеки.

Можливі помилки: проблеми з підключення - нестабільне з'єднання може спричинити затримки передачі даних, неправильне калібрування - неправильне налаштування датчиків може призвести до неточних вимірювань, труднощі з підключенням, які можуть виникнути через технічні аспекти мережі або неправильну конфігурацію системи, збої в програмному забезпеченні - програмні помилки можуть спричинити неправильну інтерпретацію даних, що надходить від датчиків та інших пристроїв.

Система BroadLink має розумні пульти та пристрої, що дозволяє керувати різними пристроями в будинку, датчики температури, вологості та інші, вони залежно від конкретної моделі можуть надавати інформацію про кліматичні умови.

Можливі помилки: проблеми з обробкою інформації внаслідок обмежених функціональних можливостей деяких пристроїв, проблеми сумісності - можливі проблеми сумісності із деякими сторонніми пристроями, неповна підтримка сторонніх програм - обмеження в інтеграції з іншими програмами можуть виникнути, можливі труднощі зі стабільністю підключення та невірне налаштування пристроїв можуть вплинути на точність обробки інформації..

Система Ajax має датчики руху та відкриття, що забезпечують безпеку та контроль доступу, датчики протікання води, що виявляють виток і запобігають пошкодженню води, датчики диму та чадного газу, що гарантують швидке реагування на небезпеку.

Можливі Помилки: спрацювання датчиків - хибні спрацьовування можуть виникнути через вплив зовнішніх факторів, залежність від мережі - проблеми з мережею можуть призвести до затримки передачі сигналів.

Кожна система має свої переваги та недоліки, і вибір повинен залежати від конкретних потреб користувача, а також особливостей його домашнього середовища. Fibaro підходить для тих, хто цінує високу технологічність, BroadLink забезпечує універсальне керування, а Ajax – надійність у аспектах

безпеки. Важливо враховувати можливі помилки, регулярно оновлювати програмне забезпечення та підтримувати стабільну мережу для ефективної роботи системи розумного будинку.

У контексті магістерського дослідження, наша інформаційно-контрольна система для розумного будинку повина бути високофункціональною та гнучкою. Для того щоб допомогти підвищити її ефективність та конкурентоспроможність в порівнянні з іншими системами на ринку, були визначені конкретні аспекти, які можна покращити.

Підвищення точності.

Важливим аспектом для розумного будинку є точність вимірювань, яка часто залежить від якості використовуваних сенсорів та алгоритмів обробки даних. Ми розглядаємо можливість вдосконалення точності, використовуючи сучасні сенсори з високою роздільною здатністю та вдосконалюючи алгоритми обробки сигналів для забезпечення найточніших вимірювань.

Використання мікроелектромеханічних систем (MEMS) у сенсорах дозволить досягти вищої точності вимірювань за рахунок мікроскопічних механічних елементів.

Підвищення швидкості обробки інформації.

Ще є швидкість обробки інформації та реакції на команди користувачів. Ми розглядаємо можливість вдосконалення апаратних засобів та оптимізацію програмного забезпечення для підвищення швидкості обробки та миттєвого відгуку на введені команди. Це важливо для забезпечення безперервного та негайного контролю над системою.

Використання високопродуктивних мікропроцесорів та вбудованих систем зі спеціалізованими обчислювальними блоками дозволить значно прискорити обробку інформації.

Захист від завад.

Кібербезпека є невід'ємною частиною будь-якої інформаційно-контрольної системи. Ми розглядаємо можливості покращення стійкості системи до зовнішніх впливів, використовуючи захисні екрани, фільтри,

антивірусне програмне забезпечення та криптографічні методи. Різні забезпечення кібербезпеки можуть включати застосування мікротехнологій для створення непереборних криптографічних ключів та захисту від апаратних атак. Розробка фізичної ізоляції чутливих елементів системи.

Додаткові функціональність та інновації.

В цьому розділі розглядається можливість впровадження нових функцій та інновацій у систему для поліпшення її загальної продуктивності та привабливості для користувачів. Це може включати розширення функціоналу, інтеграцію зі сучасними технологіями штучного інтелекту для навчання та адаптації системи до змінних умов, а також оптимізацію для забезпечення енергоефективності.

Розширення функціоналу.

Вдосконалення системи може включати в себе розширення функціоналу, щоб забезпечити користувачам ще більше автоматизації та зручності. Додавання нових модулів та пристроїв, таких як інтеграція зі смарт-технологіями, може поліпшити взаємодію користувача з системою. Використати нові модулі та пристрої. Наприклад, додати мікрокамери для системи відеоспостереження або вбудувати мікрофони для розпізнавання голосу.

Розробка системи штучного інтелекту.

Інтеграція системи з штучним інтелектом може значно поліпшити її здатність до навчання та адаптації до потреб користувача. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє системі самостійно оптимізувати свою роботу, враховуючи звичаї та вимоги користувача. Вбудовані сенсори, що використовують мікротехнології, можуть забезпечити збір необхідних даних для навчання системи.

Енергоефективність.

Забезпечення енергоефективності є важливим аспектом для вдосконалення системи. Використання енергоефективних компонентів та оптимізація алгоритмів дозволяють системі ефективно використовувати електроенергію, що призводить до зниження витрат та підвищення сталості живлення.

Спеціалізована інтеграція нових мікроконтролерів зі спеціалізованими режимами сну та ефективного використання енергії, які можуть допомогти знизити споживання електроенергії.

В результаті цих покращень інформаційна система розумного будинку буде вирізнятися високою ефективністю, точністю та забезпечувати більші можливості для користувачів у порівнянні з конкурентами на ринку розумних технологій.

4 АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕШКОД НА РОБОТУ КОНТРОЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Побудова нашої інформаційно-контрольної системи

Саме для нашої ІКС ми використали готове рішення системи Ajax. На якій і будемо проводити розрахунки.

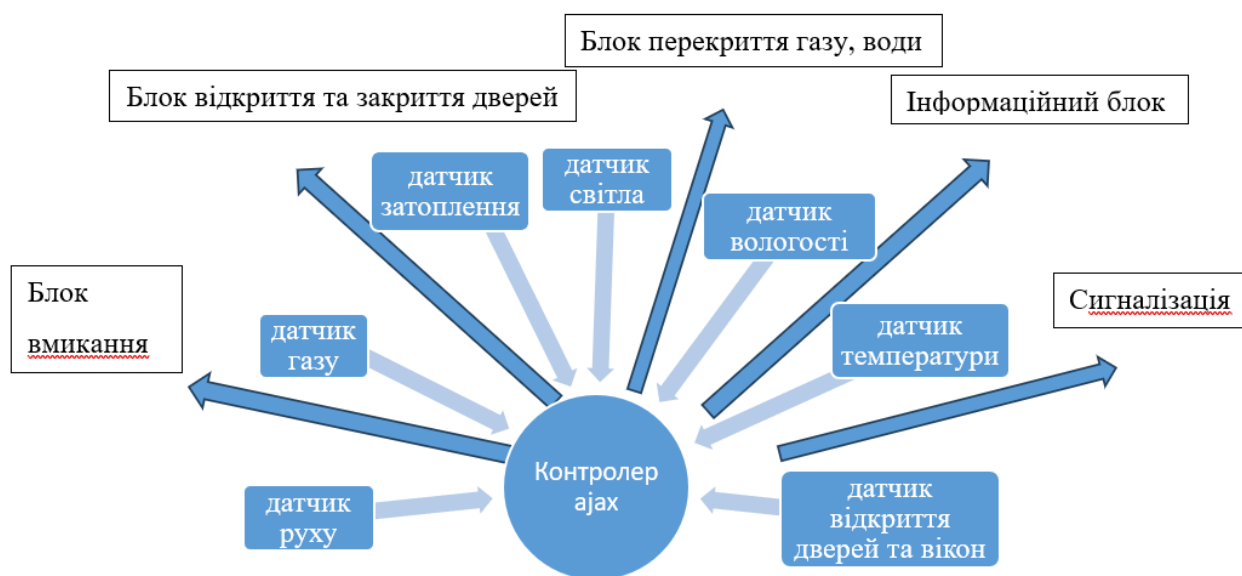


Рисунок 4.1 – Схема інформації, що отримує і передає контролер

Всі дані які отримує ІКС приходять с датчиків. В нашій системі всі датчики суміжні. Варіанти підключення більшої кількості датчиків присутній. Як раніше в пункті 1.2 вже написано про протоколи, в системі вже є власне рішення протоколу. І всі датчики з цим протоколом мають спільні характеристики радіосигналу. Ми використаємо протокол Jeweller.



Рисунок 4.2 – Передача радіосигналу хаб-датчик

Радіопротокол Jeweller дозволяє будувати як малі, так і великі системи безпеки з 200 пристроїв під управлінням однієї централі — хаба. Пікової дальності зв'язку між пристроями 2000 метрів і площею покриття радіомережі до 12 км² достатньо для захисту квартир, приватних будинків, комерційної нерухомості та офісів. Зв'язок між хабом та пристроями двосторонній, що дає системі ряд переваг.

Таблиця 4.1 – Датчики системи

Датчик	Дальність роботи сигналу	Потужність радіосигналу
FireProtect 2 (CO2) (газ)	До 1700м	до 20 мВт
DualCurtain Outdoor(пук)	До 1700м	до 20 мВт
Ajax LeaksProtect (затоплення)	До 1700м	до 20 мВт
Ajax DoorProtect(відкриття закриття дверей)	До 1700м	до 20 мВт
LightSwitch(світло)	До 1700м	до 20 мВт

І всі присутні датчики працюють на схожих дистанціях та мають однакові потужності.

4.2 Перешкоди для розрахунку дальності роботи

У нашому контролері можуть буди перешкоди. З контролера на датчики та всі суміжні пристрої суміжні по радіозв'язку де дані передаються за допомогою радіохвиль. В ідеальних умовах на шляху хвиль немає перешкод і перешкод, і

вони рухаються від передавача до приймача найкоротшим шляхом. Саме в умовах відкритого простору із прямою видимістю можна отримати максимальну дальність зв'язку. Це загальноприйнятий орієнтир, який дозволяє порівнювати можливості технологій радіозв'язку, а також обладнання, яке використовує радіозв'язок.

Перешкоди радіосигналу можуть виникнути для контрольно-інформаційної системи розумного будинку в будь який час.

Одна з систем яка використовує радіочастоту 870 МГц для комунікації з контролером при дальності сигналу в 1300м. Ось кілька можливих факторів, які можуть впливати на якість і дальність передачі сигналу:

Електромагнітні перешкоди. Електричні пристрої або інші електромагнітні джерела, які працюють на близьких частотах або генерують електромагнітне випромінювання, можуть заважати сигналу на частоті 870 МГц.

На цій частоті працюють неспеціалізовані пристрої та пристрої охоронної сигналізації.

Використання бездротового аудіообладнання обмежується смугою радіочастот від 863МГц до 870 МГц.

Смуга радіочастот від 863МГц до 870 МГц використовується для бездротових телефонних апаратів офісного типу, радіотелефонних систем, що використовують технологію стандарту СТ-2, з потужністю передавачів трохи більше 10 мВт остаточно терміну амортизації цих РЕМ. Нові розробки та закупівля зазначених РЕМ не здійснюються.

В присутності електромагнітних перешкод може спостерігатися зменшення дальності передачі сигналу. Наприклад, якщо без перешкод пристрій працює на відстані 1300 метрів, то з перешкодами ця відстань може скоротитися, наприклад, до 1000 метрів.

Електромагнітні перешкоди можуть знизити силу сигналу, що досягає приймача. Наприклад, без перешкод сигнал може бути з силою 18 дБм, але в присутності перешкод це значення може зменшитися, наприклад, до 10 дБм

Електромагнітні перешкоди можуть призводити до збільшення рівня шуму, що впливає на якість сигналу. Наприклад, шум без перешкод може бути на рівні 20 дБ, але з перешкодами цей рівень може зрости, наприклад, до 30 дБ.

Фізичні перешкоди. Давайте розглянемо умовні значення товщини матеріалів та їх можливий вплив.

Залежно від матеріалу перешкоди можуть відбивати радіохвилі, поглинати їх, позбавляючи частини потужності, або взагалі не впливати на радіосигнал. Матеріали, які не впливають на радіосигнали, називають радіопрозорими. Що вищий коефіцієнт поглинання сигналу і що товща перешкода, то сильніший вплив на радіопередавання.

Коефіцієнт поглинання сигналу — до 3 дБ. Втрата 50% потужності, на 30% скорочується дальність передавання: суха червона цегла — 90 мм, гіпсокартон — 100 мм, суха деревина — 80 мм, скло — 15 мм.

Коефіцієнт поглинання сигналу — від 5 дБ до 20 дБ. Потужність знижується в 10 разів, на 60% скорочується дальність передавання: цегла — 250 мм, шлакоблок — 200 мм, бетон — 100 мм, кам'яна кладка — 200 мм.

Коефіцієнт поглинання сигналу — понад 20 дБ. Потужність знижується більш ніж у 100 разів, на 70% скорочується дальність передавання: бетон — 300 мм, залізобетон — 200 мм, алюмінієві та сталеві балки, великий акваріум з водою.

Вікна 1 см зі скла незначне або мінімальне погіршення сигналу, можливе ослаблення на рівні 5–10%.

Метеорологічні умови можуть впливати на передачу радіосигналів через повітря, що може викликати погіршення сигналу. Найбільшими факторами, що впливають на це, є атмосферні опади, вологість та грози.

Атмосферні опади, велика кількість води в повітрі може погіршити передачу сигналу, оскільки вода поглинає радіохвилі. Зазвичай, сильний дощ може призвести до втрати сигналу на рівні близько 2-5 дБ на кожний дюйм дощу.

Вологе повітря може взаємодіяти з радіохвилею, зменшуючи її дальність передачі. Висока вологість може призвести до втрати сигналу приблизно від 0,5 дБ до 1 дБ на кожний відсоток вологості.

Гроза активність та блискавка можуть створювати електромагнітні перешкоди, що впливають на передачу сигналу.

Під час грози може виникнути значне втрати сигналу, до 20 дБ або більше.

Слабка зарядка батарей в датчиках може впливати на сигнал.

Деякі бездротові пристрої можуть зменшити передавальну потужність сигналу, якщо заряд батареї знижується. Це робиться для збереження енергії та подовження терміну служби батарей. Чим менше заряду в батареї, тим менша може бути передавальна потужність, що впливає на дальність сигналу.

Якщо датчик працює на повній батареї, його сигнал може покривати всі 1300 метрів дальності.

Якщо заряд батареї складає лише 50%, може відбутися зниження дальності сигналу, приблизно, до 1000 метрів.

Датчики, розташовані на великій відстані від контролера, можуть мати менший сигнал через пройдений шлях.

Наприклад, кожен 10-метровий приріст відстані може призвести до втрати приблизно 6 дБ сигналу.

Забезпечення оптимальних умов для передачі сигналу може включати в себе правильний вибір технічних рішень, коректне розташування антен та уникнення великої кількості перешкод в околиці.

4.3 Покращення датчиків

У нашому дослідженні ми фокусуємо увагу на високотехнологічних датчиках системи Ajax, які стануть невід'ємною частиною інформаційно-контрольної системи дистанційного керування розумним будинком. Ці бездротові розумні датчики надають можливість контролювати електроприлади та освітлення з максимальним комфортом.

Ајах демонструє видатну ефективність у межах приміщення. Розставлені з урахуванням оптимальної геометрії, вони забезпечують повне та надійне покриття кожного куточка будинку. Це дозволяє користувачеві максимально використовувати можливості дистанційного керування для зручності та енергоефективності.

Але для повного використання і того, що хоче користувач датчики можуть буди за межами дому чи на певній дистанції, де є певні перешкоди. Для початку потрібно проаналізувати відстань та кількість перешкод радіосигналу.

Пристрій
MotionProtect S Jeweller

Відстань між хабом і пристроєм
350 м ⓘ Як виміряти відстань?

Перешкода Товщина

Цегла 250 мм ⊗

Перешкода Товщина

Деревина 40 мм ⊗

+ Додати ще одну перешкоду

Скинути ×

Надійний зв'язок

Jeweller

Відстань 350 м

Hub ~~~~~ Цегла 250 мм ~~~~~ MotionProtect S Jeweller

Деревина 40 мм

Рисунок 4.3 – Калькулятор розрахунку дальності радіозв'язку

Фізичні властивості датчиків у будинку включають в себе їх конструкцію та характеристики, такі як дальність дії, чутливість і якість проникності.

Для оптимальної роботи системи важлива якість проникності датчиків, оскільки вона визначає їхню здатність передавати сигнали через перешкоди, такі як стіни чи меблі. Якщо всі датчики знаходяться в межах дії контролера та мають високу якість проникності, система буде здатна ефективно взаємодіяти з кожним датчиком без втрат сигналу чи погіршення якості зв'язку.

Дальність дії визначає максимальну відстань, на яку датчик може виявити об'єкт чи зміну стану.

Чутливість показує, наскільки добре датчик реагує на зміни в навколишньому середовищі.

Інші фізичні характеристики розмір, вага, енергоспоживання та ступінь захисту від зовнішніх впливів.

Якщо всі датчики в будинку знаходяться в межах робочого діапазону контролера і мають високу якість проникності, можна очікувати надійну та ефективну роботу системи. Високі технічні характеристики датчиків сприяють надійному та точному збору інформації, що є ключовим аспектом для успішної роботи системи дистанційного керування в розумному будинку.

В нашій системі датчики можуть бути на відстані від контролера і мати певні перешкоди, які в свою чергу погіршують сигнал та можуть призвести до помилок.

Для розрахунку передачі сигналу можна використовувати формулу для втрат сигналу в просторі, яка залежить від дальності та радіочастоти:

$$P_r = P_t * \left(\frac{G_t * G_r * \lambda^2}{(4\pi d)^2 * L} \right), \quad (4.1)$$

де P_r - отримана потужність сигналу (в децибелах міліватт);

P_t - потужність передавача (в децибелах міліватт);

G_t та G_r - коефіцієнти підсилення антени передавача та приймача;

λ - довжина хвилі сигналу;

d - відстань між передавачем і приймачем;

L - втрати сигналу через інші фактори (пропускання через повітря, стіни, інше).

Нехай для прикладу:

Потужність передавача $P_t = 25 \text{ мВт} = 14 \text{ дБм}$

Коефіцієнти підсилення антен $G_t = G_r = 1 \text{ дБ}$

Дальність $d = 1300 \text{ м}$

Радіочастота $f = 870 \text{ МГц}$.

Знайдемо довжину хвилі λ :

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (4.2)$$

де c - швидкість світла (приблизно $3 \times 10^8 \text{ м/с}$).

$$\lambda \approx \frac{3 \times 10^8}{870 \times 10^6} \approx 0.344 \text{ м}$$

Підставимо значення у формулу передачі сигналу:

$$P_r = P_t + G_t + G_r + 20 \left(\frac{\lambda}{4\pi \cdot d} \right) - L, \quad (4.3)$$

$$14 = P_t + 1 + 1 + 20 \left(\frac{0.344}{4\pi \times 1300} \right) - L$$

Врахуємо, що

$$P_t = 12 + 20 \left(\frac{43}{650000\pi} \right) - L;$$

$$P_t = 105.5 - L.$$

Ці розрахунки відображають, що при відомій передавальній потужності 14 дБм та інших умовах отримана потужність сигналу на приймачі буде 105.5 дБм, а втрати сигналу через інші фактори (L) вам потрібно буде визначити додатково.

Отримана потужність сигналу пр може бути важливим показником для аналізу та оптимізації системи дистанційного керування розумного будинку. Від цього показника залежить стабільність зв'язку та можливість дистанційного

управління різними пристроями та системами у будинку. Вам може бути корисно розглянути кілька можливих застосувань цього показника:

Ми можемо оцінити дальність сигналу. Якщо отримана потужність сигналу велика, це може вказувати на достатню дальність сигналу, що дозволяє вам дистанційно керувати різними системами у будинку з великої відстані.

Можемо провести аналіз стабільності зв'язку. Велика отримана потужність свідчить про стабільний зв'язок. Великі втрати сигналу можуть бути зумовлені перешкодами, втратою сигналу через повітря чи іншими факторами, що слід ретельно вивчити.

Отримані дані дозволяють оптимізацію антен та передавальної потужності. Якщо виявляється, що отримана потужність сигналу нижча, ніж бажана, ви можете розглянути можливості оптимізації антен або збільшення передавальної потужності для покращення зв'язку.

Та ми можемо резервувати та управляти енергоспоживанням. Інформація про потужність сигналу також може використовуватися для ефективного управління енергоспоживанням пристроїв у системі. Наприклад, при слабкому зв'язку може бути вжито заходів для зменшення енергоспоживання пристроїв у режимі очікування.

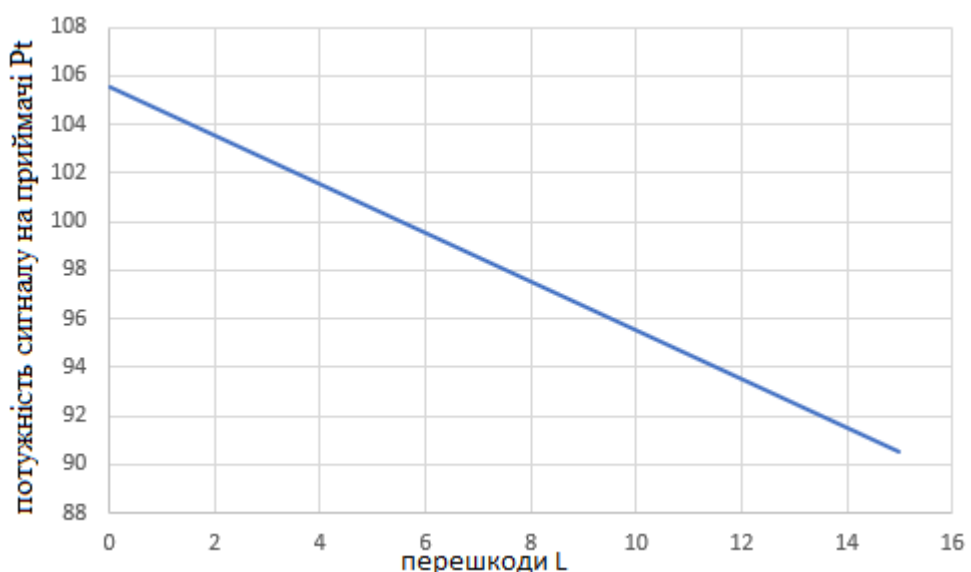


Рисунок 4.4. – Графік зменшення потужності сигналу

Розрахувавши за нашою формулою ми отримали певний результат на відкритому просторі без перешкод. На рисунку 4.3 ми бачимо, як при тому як збільшується кількість перешкод і ми отримуємо втрати сигналу через різні фактори, втрачається і потужність. Таким чином саме для нашої обраної системи ми розрахували, які перешкоди стають критичними і потрібно вже використовувати рішення. Збільшення перешкод, зменшує потужність сигналу. І вже для покращення ми маємо придумати рішення стабілізації і зменшення перешкод і підвищення сигналу.

Для покращення характеристик датчиків можливо використовувати феритові матеріали в комбінації з діелектричними елементами, створюючи так звані ферито-діелектричні резонатори. Цей підхід використовує контрольовані магнітні властивості фериту для регулювання резонансної частоти таких резонаторів. Важливими аспектами є забезпечення правильного розташування фериту та створення керуючого магнітного поля. Розглянемо дві конструкції з феритовими матеріалами:

Кільцеві резонатори з феритовим центром. В даній конструкції центр резонатора заповнений феритом, що створює область максимальної напруженості магнітного поля. Це впливає не лише на частоту перебудови, але й на добротність коливальної системи. Розмір феритового центру може впливати на діапазон перебудови та добротність, де зменшення об'єму фериту може підвищити добротність за одночасного обмеження діапазону перебудови.

Гіромагнітні резонатори між циліндричними резонаторами. В даному випадку гіромагнітний резонатор, розташований між двома циліндричними резонаторами, створює зв'язану коливальну систему. Перебудова частоти резонансу відбувається при відповідності області частот підмагнічування частотам феромагнітного резонансу. Діапазон перебудови частот залежить від відношення розмірів діелектричних та гіромагнітного резонаторів.

Використання феритових матеріалів у таких конструкціях дозволяє досягти керування резонансною частотою, що може бути використано для

покращення параметрів датчиків. При виборі конкретної конструкції важливо враховувати параметри феритових матеріалів, їх розташування та вплив на магнітні властивості резонатора.

Розрахунок покращення дальності.

Припустимо, що використання феритових матеріалів підвищило коефіцієнт підсилення антени на 20%.

Покращення дальності (%) приблизно $1+0.2-1 \approx 4.47\%$.

Покращена дальність приблизно $1300 \times (1+0.0447) \approx 1300 \times 1.0447 \approx 1360$ м.

Таким чином, використання феритових матеріалів у ферито-діелектричних резонаторах дозволило підвищити максимальну дальність передачі сигналу приблизно на 4.47%, зберігаючи максимальну вказану дальність на рівні 1360 метрів.

Мікро- та наноматеріали можуть бути використані для покращення ефективності датчиків у відкритому просторі, забезпечуючи підвищену чутливість та стабільність роботи. Ось деякі фізичні властивості таких матеріалів та їх вплив на покращення зв'язку:

Наночастинки: додавання наночастинок до датчиків може підвищити їхню чутливість до змін навколишнього середовища, таких як температура, вологість або концентрація речовин.

Нанотрубки та нанопровідники: використання нанотрубок та нанопровідників може покращити електричну чутливість датчиків, забезпечуючи точніше вимірювання змін в електричних властивостях.

Нанокompозити: використання нанокompозитів може покращити механічну та термічну стабільність датчиків, що важливо у відкритому середовищі.

Наноінженерія поверхні: спеціально створені наноструктури на поверхні датчика можуть покращити адгезію та взаємодію з оточуючим середовищем, що сприяє стабільній роботі.

Нанодропи та нанотрубки: використання цих матеріалів може поліпшити провідність та передачу сигналу, що дозволяє датчикам ефективно взаємодіяти з системою керування на великій відстані.

Квантові точки: застосування квантових точок може забезпечити покращену передачу сигналу у візуалізаційних датчиках.

Мікро- та наноматеріали можуть бути використані в різних типах датчиків у дистанційних керуючих системах та інформаційно-контрольних системах.

Датчики температури та вологості: використання наночастинок для підвищення чутливості та нанокompозитів для покращення стабільності.

Датчики газів та забруднень: використання нанотрубок, наночастинок та нанокompозитів для підвищення чутливості та стабільності.

Візуалізаційні датчики (камери): використання наноматеріалів для покращення провідності та наноструктур для поліпшення якості зображення.

Датчики руху та вібрацій: використання наночастинок для підвищення чутливості та нанокompозитів для забезпечення стійкості.

Квантові точки (КТ) - це наноматеріали, які виявляють квантові ефекти, такі як квантовий розмір та квантовий вибіркового збір. Вони можуть бути використані для покращення радіозв'язку шляхом підвищення ефективності передачі сигналу та забезпечення стабільності сигналу на великій відстані. Давайте розглянемо, як це може бути досягнуте та як це впливає на радіозв'язок.

Короткохвильовий інфрачервоний (SWIR): забезпечує надійну роботу датчиків в умовах яскравого сонячного світла, туману, диму та димки. Відкриває можливості визначення властивостей матеріалів за допомогою молекулярної візуалізації.

Датчики SWIR з колоїдними квантовими точками (CQD): перспективна технологічна платформа, яка може бути інтегрована в системи з великими обсягами. Забезпечує доступ до SWIR-діапазону та можливість масового застосування в різних галузях.

Новий метод синтезу квантових точок телурида срібла (Ag_2Te): Нетоксичний матеріал, який може бути використаний для створення датчиків SWIR на кімнатній температурі.

Бесфосфінові квантові точки телурида срібла (Ag_2Te): можуть використовуватися для поліпшення фотоприймачів та датчиків SWIR. Забезпечують високу ефективність та контрольований розподіл розмірів.

Фотодетектор SWIR на основі Ag_2Te : поліпшена характеристика, спектральний діапазон від 350 нм до 1600 нм, лінійний динамічний діапазон більше 118 дБ, полоса пропускання -3 дБ більше 110 кГц та виявлювальна здатність близько 10¹² Джонса при кімнатній температурі.

Використання для покращення датчиків у системі:

Квантові точки Ag_2Te як матеріал для датчиків: вони можуть покращити чутливість та ефективність датчиків, забезпечуючи безпечні для очей джерела освітлення та відкриваючи можливості молекулярної візуалізації.

Новий синтетичний метод для створення квантових точок: забезпечує можливість створення точно контрольованих квантових точок, що підвищує ефективність фотодетекторів та датчиків.

Бесфосфінові комплекси та фотодетектор на основі квантових точок: Дозволяють створювати більш прості та недорогі датчики, покращуючи їхню продуктивність та функціональність.

Квантові точки можуть покращити ефективність передачі сигналу через високочастотні хвилі, забезпечуючи більшу стабільність та менше затухання. Квантові точки можуть забезпечити більш точний прийом сигналів, що дозволяє виявляти слабкі сигнали на великій відстані. Зменшення спотворень сигналу на великій відстані за рахунок стабільності та меншого впливу зовнішніх факторів.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі було проведено дослідження інформаційної системи дистанційного керування розумного будинку, розглянуті ключові аспекти її побудови, фізико-технічні параметри сигналів та методи, які забезпечують можливість дистанційного керування. Робота також включає аналіз та моделювання впливу перешкод на роботу контрольно-інформаційної системи.

У першому розділі роботи проведено аналіз структури та компонентів інформаційної системи, визначено основні принципи їх побудови та функціонування. Детально розглянуті фізико-технічні параметри сигналів у контрольно-інформаційній системі, що визначають ефективність та надійність передачі інформації.

У третьому розділі проаналізовано різні методи, які забезпечують можливість дистанційного керування. Розглянуто технології та протоколи, що використовуються для передачі сигналів та забезпечення надійності зв'язку.

І як підсумок роботи проведено аналіз та моделювання впливу перешкод на роботу інформаційної системи розумного будинку. Розділ ретельно вивчав побудову розглянутої інформаційної системи, ідентифікував різні перешкоди, які можуть впливати на її ефективність, і висвітлив можливі шляхи покращення датчиків для подолання цих перешкод. Зробили розрахунки, показали як можуть впливати певні перешкоди на радіосигнал.

Для досягнення їх оптимального функціонування фізико-технічних аспектів інформаційних систем дистанційного керування важливо вивчати та розуміти інформацію про них. Презентовані результати досліджень можуть бути корисні при розробці та вдосконаленні сучасних систем дистанційного керування, забезпечуючи їх стабільність та надійність у різних умовах експлуатації. Важливим аспектом є також вдосконалення методів управління

системою в умовах впливу перешкод, що дозволить забезпечити стійкість та ефективність роботи контрольно-інформаційної системи в реальних умовах.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Michael S., Ulf L., 7 Smart-Home-Starter-Kits imSicherheits-Test // AV-TESTStudie. 2014. pp. 16-41.
2. Гололобов В.М. «Розумний будинок» своїми руками. / Гололобов В.М. – М.: НТ Прес, 2007. – 416 с.
3. Моніт Я.В. Система «Розумний будинок» з відкритим програмним забезпеченням/ Я.В.Моніт // XIX науково-технічна конференція студентів та молодих учених «Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки», 15-16 лютого 2016 р. – К.: «Політехніка», 2016. – С. 43-44.
4. Оліфер В.Г. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи/Оліфер В.Г., Оліфер Н.А., 4-те видання, 2011. - 944 с.
5. Структура проектування системи автоматизації будівель на основі міжнародних протоколів // Пріоритет. наук. напрямки: від теорії до практики. - 2016. - № 27-2. - С. 20-24
6. С. В. Трифонова, Я. А. Холодов «Оптимізація роботи бездротової сенсорної мережі на основі протоколу ZigBee», 2015. - 15 с.
7. Швайковник О. М. Нанотехнологічний дизайн – переваги та недоліки / О. М. Швайковник, І. Г. Черкесова // Стан та перспективи розвитку культурологічної науки в Україні : зб. тез. доп. II Всеукр. наук.-практ. конф. / [редкол.: Н. В. Федотова (голов. ред.) та ін.]. – Миколаїв : МФ КНУКіМ, 2016. – Ч. 2. – С. 173-174.
8. Реалізація системи віддаленого керування електроживленням на базі сучасної платформи IoT / О. В. Старкова [та ін.] // Наук. зап. УкрНДІ зв'язку. – 2016. – № 2. – С. 107-115.
9. Sriskanthan N. Bluetooth based home automation system / N. Sriskanthan, F. Tan, Karande // Microprocessors and Microsystems. – 2002. – V. 26. – P. 281-289.

- 10.Кривенко Д. О. Система розумного будинку на базі Ардуіно : [диплом. робота магістра] / Кривенко Д. О. ; МОН України, Нац. авіац. ун-т. – К., 2020. – 136 с..
- 11.Ємельянов Г. С. Інтелектуальний контролер системи управління «Розумній будинок» / Г. С. Ємельянов ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. – Одеса, 2018. – 67 с..
- 12.Реле модуль підключення до Arduino [Електронний ресурс]: Спільнота Zelectro, 2013. – Режим доступу: <http://zelectro.cc/relayModule>.
- 13.Войтенко О.Г., Федоров В.Б. Розрахунок власних частот відкритих діелектричних резонаторів// Електронна техніка. Сер. Електроніка НВЧ. Вип.6 (318).-1980.-С.83-87.
- 14.J.-G. Ma "Wave Propagation Properties in High - Temperature Superconducting Parallel - Plate Wave guides", IEEE Trans. Microwave Theory Tech. , vol. 9, No 5, may 1999, pp. 183-185.
- 15.Кашкаров, А.П. Датчики в електронних схемах: від простого до складного: навч. посіб. / А. П. Кашкаров - К.: ДМК, 2017. - 200 с.
- 16.Датчик руху [Електронний ресурс] : Довідкова інформаційна система «Вікіпедія», 2016. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Датчик_руху.
- 17.Датчик шуму [Електронний ресурс]: Інформаційний ресурс "Амперка", 2015. - Режим доступу: <http://wiki.amperka.ru/продукти:troyka:sound-loudness-sensor>.
- 18.Т. Стрількова, «[Розвиток стохастико-детермінованої теорії прийому та обробки сигналів в оптико-електронних системах](#)», дис. доктор., наук, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2017.
- 19.Т. Strelkova ,A.I. Strelkov, V.M. Kartashov, A. P. Lytyuga, A S. Kalmykov. Methods of Reception and Signal Processing in Machine Vision Systems // Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0., 2021, Pages: 71-102. DOI: 10.4018/978-1-7998-6522-3.ch003. Монографія. Chapter 3 in book. IGI Global. USA