

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ РАДІОФІЗИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Кафедра радіотехніки та радіоелектронних систем

До захисту допущено:

«На правах рукопису»

Завідувач кафедри _____ Ігор АНІСІМОВ

« __ » червня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

«СИСТЕМА РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

Виконав:

студент 4-го курсу

денної форми навчання

спеціальності 172 - Телекомунікації та радіотехніка

ОП «Інформаційна безпека телекомунікаційних систем і мереж»

Дрегало Богдан Олександрович _____

Науковий керівник:

д.т.н., с.н.с. Давиденко Анатолій Миколайович _____

Рецензент:

д.т.н., с.н.с. Гільгурт Сергій Якович _____

Засвідчую, що у цій бакалаврській роботі

немає запозичень з праць інших авторів без

відповідних посилань

Студент _____

Робота допущена до захисту в ЕК рішенням кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем від «22» червня 2023 р., протокол № 21.

Завідувач кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем,

доктор фіз.-мат. наук, професор

Анісімов Ігор Олексійович _____

Реферат

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра: 53 сторінки, 25 рисунків, 11 таблиць, 12 використаних джерел.

Актуальність:

У сучасному світі зростає інтерес до впровадження новітніх технологій в побутове середовище з метою покращення комфорту, безпеки та енергоефективності. Система розумного будинку є надзвичайно актуальною в сучасному світі, де технології стають неодмінною складовою частиною нашого повсякденного життя. Вона представляє собою інтеграцію різних "розумних" пристроїв та систем у домашнє середовище з метою покращення комфорту, енергоефективності, безпеки та зручності для мешканців.

Мета дослідження:

Метою роботи є створення мікропроцесорної системи управління будівлею, впровадження якої дозволить контролювати роботу її об'єктів (освітлення, електропостачання, пожежної безпеки) в автоматичному та кросплатформному режимах.

Об'єкт дослідження:

Об'єкт дослідження охоплює функціональні можливості системи розумного будинку, зокрема автоматизацію освітлення, керування електроприладами.

Предмет дослідження:

Предметом дослідження є розробка окремих підсистем (освітлення, систем захисту та модульну автономну систему з можливістю підключення із зовнішнього пристрою).

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 4 |
| 1. Технологічні аспекти систем розумного будинку: стандарти, аналіз та вибір оптимального варіанту..... | 6 |
| 1.1 Базові поняття «розумного будинку»..... | 7 |
| 1.2 Напрями автоматизації систем забезпечення послуг..... | 8 |
| 1.3 Структурні особливості системи..... | 9 |
| 1.4 Протоколи передачі для автоматизації будівель..... | 11 |
| Висновки до першого розділу..... | 23 |
| 2 РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»..... | 24 |
| 2.1 Підсистема керування у вигляді сервера..... | 24 |
| 2.2 Підсистема для керування освітленням..... | 30 |
| 2.3 Підсистема для керування електроприладами..... | 37 |
| 2.4 Приклад розміщення модулів «розумного будинку»..... | 40 |
| Висновки до другого розділу..... | 43 |
| 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ..... | 44 |
| 3.1 Середовище розробки..... | 44 |
| 3.2 Серверне програмне забезпечення..... | 44 |
| 3.3 Програма для підсистеми керування освітленням..... | 47 |
| 3.4 Програма підсистеми інфрачервоного модуля..... | 49 |
| ВИСНОВКИ..... | 52 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 53 |

ВСТУП

Актуальність роботи. «Розумний будинок» - це інтелектуальна система автоматизації управління інженерними системами сучасної будівлі.

У сучасних розумних будівлях ключове місце займають системи автоматизації та управління будинками, які забезпечують взаємозв'язок усього інженерного обладнання та систем автоматизації будівлі.

Низка останніх досліджень показала стійку тенденцію до збільшення частки вартості та обсягу інженерних систем і систем автоматизації у загальній вартості будівельних об'єктів.

Основні завдання розробки системи:

1. Визначення необхідних функцій, таких як управління освітленням та електроприладами з мобільного додатку.
2. Розробка апаратної архітектури системи, включаючи вибір плат Arduino nano та Arduino MEGA, WiFi модулів ESP8266 та інших необхідних елементів.
3. Написання програмного коду для керування окремими підсистемами (освітленням та управління електроприладами).

Особливості проекту:

- високий потенціал модернізації;
- прибутковість, всі компоненти системи широкодоступні;
- модульність вузлів системи та програмного забезпечення для гнучкого налаштування під конкретні потреби;
- сучасність та актуальність, використання інновацій останніх років;
- використання технологій у сфері енергозбереження, що дозволяє знизити витрати на утримання житла;
- використання кросплатформних рішень, що також значно розширює потенціал системи: клієнтські додатки для Windows, Android та iOS;

– відсутність кабельної розводки, проект базується на технологіях бездротової передачі даних.

Системні функції:

– забезпечення безпеки житла шляхом виявлення різних факторів шляхом збору та аналізу інформації від датчиків.

– автоматизація освітлення, побутової техніки, впровадження зручної системи управління житловими приміщеннями.

Структура випускної кваліфікаційної роботи.

Випускна кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновку, бібліографічного списку.

1. Технологічні аспекти систем розумного будинку: стандарти, аналіз та вибір оптимального варіанту

У цьому розділі будуть розглянуті існуючі аналоги, які виконують ті ж або схожі завдання. У проаналізованих системах ми визначимо переваги та недоліки.

«Розумний будинок» – це набір стандартів, об'єднаних різними видами пристроїв в систему та інтеграція кількох систем в єдину систему управління будівлею. Існують такі системи:

- система мікроклімату (опалення, вентиляція, кондиціонування, зволоження);
- система безпеки (охоронна, протипожежна, пропускна система, контроль витоку газу, відеоспостереження);
- система електропостачання (системи резерву, контролю перевантаження електромережі, система освітлення);
- система зв'язку (телефон, локальна мережа, SMS-інформування);
- система дистанційного керування.

Технології об'єднання та управління системами розумного будинку:

– універсальна платформа для побудови систем керування шиною, що використовуються в автоматизації будівель. Призначений для управління внутрішніми та зовнішніми системами. Система складається з центрального контролера і модулів, з'єднаних між собою шиною (стандарт RS-485). До модулів підключається контрольоване обладнання.

– система EIB розподілена, управління здійснюється всередині пристроїв. Пристрої обмінюються інформацією по шині EIB відповідно до власного протоколу. Система, побудована на EIB, є автономною і не залежить від працездатності центрального контролера.

– розробка програмного та апаратного забезпечення для дистанційного керування, медіасистеми, системи відеоспостереження та

широкого спектру датчиків. Протоколи передачі даних закриті. Спочатку використовувалася власна шина передачі даних, в новій лінійці обладнання використовуються стандартні протоколи Ethernet, Wi-Fi, а також є шлюзи інтерфейсу з системами EIB, LON та ін.

– бездротова технологія, розроблена для домашньої автоматизації. При цій технології використовуються малопотужні і мініатюрні радіомодулі, які вбудовуються в побутову техніку. Технологія заснована на стільникових технологіях, в яких кожен вузол є приймачем і передавачем, тобто в разі виникнення перешкоди сигнал буде проходити через сусідні вузли мережі, які знаходяться в межах досяжності. Ще однією перевагою є низьке енергоспоживання, що разом із невеликими розмірами дозволяє інтегрувати ці технології в різноманітну побутову техніку.

Варто відзначити, що більшість систем і технологій автоматизації приміщень є закритими.

1.1 Базові поняття «розумного будинку»

За останні 20-30 років автоматизовані системи управління перестали бути модною екзотикою. Незалежно від застосування, будь то будівля, складальний цех або поїзд метро, метою впровадження таких систем є зниження експлуатаційних витрат, надання важливої інформації, підвищення безпеки та комфорту. Але, незважаючи на те, що модні журналісти зараз більше цікавляться досягненнями традиційних ІТ-компаній, досягнення в області автоматичного управління в найближчому майбутньому можуть мати не менше впливу на наше світогляд, ніж поява мобільних телефонів і Інтернету.

Щоб зрозуміти, наскільки змінилися можливості в галузі автоматизації за останні роки і як вони будуть змінюватися, важливо зрозуміти значення деяких технологічних проривів, які відбулися за останні роки.

Будучи власністю окремих компаній, відповідні продукти та технології автоматизації було важко інтегрувати один з одним. Для вирішення цієї

проблеми були потрібні дорогі технічні рішення, пов'язані з написанням нового програмного забезпечення, зміною топології мережі та придбанням додаткових компонентів.

Таким чином, на певному етапі ринку склалися об'єктивні передумови для успішного впровадження нових підходів у сфері автоматизації.

1.2 Напрями автоматизації систем забезпечення послуг

У системі захисту можуть бути використані кілька типів датчиків. Ці датчики можуть бути:

- датчики руху;
- датчики чадного газу;
- датчики розбиття скла;
- датчики відкритих дверей та вікон;
- датчики диму.

Слід звернути увагу на спосіб встановлення цих детекторів і датчиків і місце їх розташування в будинку. Наприклад, чи мають бути датчики диму на кожному поверсі, чи мають бути датчики руху біля кожних дверей, чи достатньо використовувати датчики відкритих дверей?

Потім потрібно вибрати спосіб сповіщення при спрацьовуванні будь-якого з датчиків. Чи достатньо буде лише сповістити компанію, яка контролює будинок, коли виникає тривога.

Плануючи систему освітлення розумного будинку, слід пам'ятати, що існує два способи встановлення та налаштування освітлювальних приладів. Перший полягає в установці нової виділеної проводки для системи керування освітленням, а другий – у використанні існуючої проводки (за допомогою, наприклад, протоколу X10). Використання спеціальної проводки забезпечить більш надійний результат, але обійдеться вдвічі дорожче. X10 дозволяє легко

встановлювати та налаштовувати пристрої та координувати їх з іншими пристроями у системі розумного дому.

Можна сказати, що схема освітлення певною мірою добре поєднується з системою захисту. Це не означає, що коли в будинок зайдуть непрохані гості, яскравість світла відразу зменшиться, щоб забезпечити їм більший комфорт. Але це означає, що певні освітлювальні прилади пов'язані з датчиками руху і вмикаються, коли ці датчики спрацьовують. Наприклад, якимось популярним освітлювальним приладом можна підсвічувати підходи до будинку, які при виявленні руху будуть наповнюватися світлом. Його не обов'язково підключати до системи захисту (інакше поліція буде приходити кожного разу, коли сусідський кіт буде гуляти опівночі). У цьому випадку заходи захисту будуть зведені до розпізнавання будь-якого руху та ввімкнення світла. Це також може стати в нагоді, коли вам потрібно вийти з машини вночі, і трохи світла не завадить, або коли ви хочете перевірити, чи хтось ходить по дому.

1.3 Структурні особливості системи

Основою справді інтегрованої системи розумного будинку є локальна мережа (LAN). Ця локальна мережа потрібна не лише для керування пристроями розумного дому – вона також стане в нагоді під час виконання простих обчислень. Майже в кожному домі є комп'ютер (це твердження справедливо для більшості людей, особливо для тих, у кого вдома повно проводів і хто хоче побудувати «розумний будинок»). Крім того, якщо в будинку кілька комп'ютерів, то напевно є необхідність їх підключення. Домашня локальна мережа має багато переваг, від спільного доступу до Інтернету до файлів і принтерів. Ви можете не тільки спільно використовувати ті самі ресурси, але й використовувати комп'ютер для виконання спеціальних завдань, наприклад, для контролю роботи системи безпеки або обслуговування музичного автомата. Крім того, якщо проект розумного будинку досить

масштабний, то, начебто, має сенс придбати комп'ютер або спеціальний пристрій, призначений виключно для управління обладнанням.

Звичайно, не обов'язково встановлювати локальну мережу - будь-яку кількість функцій можна реалізувати без наявності локальної мережі. Однак, якщо ви хочете досягти високого рівня автоматизації цих функцій і їх інтеграції, локальна мережа буде відмінним помічником.

З будь-якою домашньою локальною мережею вам доведеться працювати з багатьма її компонентами, наприклад мережевими клієнтами. Будь-який пристрій, який використовується для введення або виведення даних, тобто це пристрої, які підключаються до мережі і отримують інформацію або надають її для подальшої обробки. Це такі пристрої, як клієнтські комп'ютери та принтери.

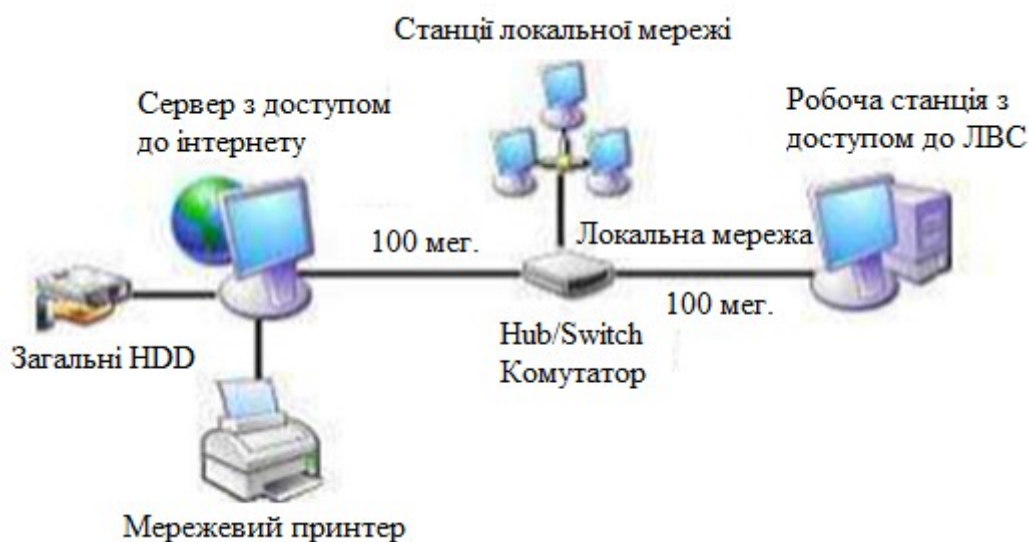


Рисунок 1.1 - Домашня локальна мережа

Щоб почати обговорення, розглянемо схему, показану на рисунку 1.1. Це схема простої домашньої локальної мережі. Комп'ютер, який найчастіше використовується, є клієнтським пристроєм. Домашня локальна мережа, показана на рисунку 1.1, містить три клієнтські комп'ютери: один у домашньому офісі, один у кімнаті відпочинку, а третій є ноутбуком.

Це комп'ютери, якими члени родини користуються під час обчислень. Наприклад, їх можна використовувати для виконання домашнього завдання, доступу до Інтернету та вирішення обчислювальних завдань. Як правило, комп'ютери використовують Windows як операційну систему.

У цьому прикладі два настільні комп'ютери підключено до мережі за допомогою кабелю категорії 5e, а ноутбук під'єднано за допомогою бездротового з'єднання, але насправді дозволено будь-яке поєднання. Бездротову мережеву карту можна легко використовувати на всіх трьох комп'ютерах.

Сервери - це спеціальні комп'ютери, які призначені для обслуговування клієнтських комп'ютерів. Сервери забезпечують зв'язок клієнтських комп'ютерів між собою та з Інтернетом. У великих компаніях нерідко можна зустріти ситуацію, коли кілька серверів використовуються для управління сотнями або навіть тисячами клієнтських комп'ютерів. Однак для системи, що розробляється, потрібен лише один сервер. Крім того, виправданим буде використання програмного забезпечення розумного будинку на одному комп'ютері, який виконує подвійну роль, а саме роль і клієнтської машини, і сервера.

1.4 Протоколи передачі для автоматизації будівель

На сьогоднішній день існує більше трьохсот різних протоколів передачі даних в системах автоматизації. Всі вони повинні відповідати певним вимогам.

У системах автоматизації помилка в даних, що передаються від контролера або до нього, означає вихід з ладу виконавчого механізму. Ціна такої помилки може бути дуже високою. Тому основними вимогами до протоколу передачі даних є надійність протоколу, його стійкість до помилок і можливих розривів лінії. У таблиці 1.1 наведені можливі варіанти інженерного вирішення даної проблеми.

Системи контролю та управління будівлею зазнають розширення кілька разів протягом свого життєвого циклу. Як правило, якщо підприємство розробляє нові продукти або розширює виробництво, існуючі датчики або замінюють, або доповнюють більш точними. У той же час, розтягуючи лінії зв'язку до нових контролерів або інтелектуальних адресних датчиків, часто доводиться мати справу з жорсткими вимогами до топології використовуваного протоколу. Тому в даному випадку ідеальним буде протокол, який має мінімальні вимоги до топології ліній. Такий протокол зазвичай називають протоколом вільної топології. Ці процедури мають бути визначені однозначно, чітко й точно, а також реалізовані безпомилково, щоб всі типи вузлів і контролерів могли взаємодіяти один з одним.

Таблиця 1.1 – Рішення, що використовуються для підвищення стійкості протоколів передачі даних до помилок

| Проблему вирішує система передачі даних | Рішення, що застосовується |
|---|---|
| Надійний обмін повідомленнями, перевірка цілісності | Надійність протоколу, його стійкість до помилок і можливих розривів вузлів |
| Захист від відмови | Резервування через дублювання вузлів, ліній, мереж. Кільцева топологія, яка дозволяє підтримувати зв'язок під час локалізованого розриву |
| Ізоляція несправності та відновлення. | Автоматична ідентифікація несправного вузла. Дистанційне керування за допомогою дистанційних команд процесу ізоляції та відключення вийшли з ладу вузлів. |

Основні параметри протоколу, доступні зараз і в майбутньому:

- рішення на основі CAN, такі як автоматизація CAN;

- DeviceNet, J1850 і SDS;
- шини простих датчиків Seriplex і Bitbus;
- технологія LonWorks;
- СЕBus;
- ВАСnet;
- промисловий автобус EtherCat;
- TCP/IP з бездротовими мережами.

Є й інші схеми, призначені для вирішення конкретних завдань. Компанії, які розробляли протоколи, не мали наміру продавати їх третім організаціям, а планували використовувати у своїй роботі. Таблиці 1.2 і 1.3 підсумовують деякі характеристики вищезазначених протоколів.

Промисловий автобус EtherCAT розроблений німецькою компанією Beckhoff. EtherCAT — це рішення для автоматизації Ethernet, яке є одночасно високопродуктивним і простим у використанні. За допомогою EtherCAT ви можете завершити топологію Ethernet типу «зірка» за допомогою простої лінійної структури.

Таблиця 1.2 - Основні характеристики протоколів передачі ВАСnet, CAN-based, СЕBus

| Характеристики | ВАСnet | CAN-based (SDS, DeviceNet) | СЕBus |
|-------------------------|------------------------|--|-------------------------|
| Галузь застосування | Автоматизація будівель | Транспорт (J1850, J1939) Дискретна автоматизація (SDS, DeviceNet) | |
| Рівні OSI/ISO | 1,2,3,7 | | 1,2,3,7 |
| Підтримувані середовища | | Віта пара (SDS, DeviceNet) | Силові електричні лінії |

| | | | |
|---|---------|---|---------------------------------|
| передачі | | Альтернативні рішення на основі оптоволокна для мереж CAN | (FCC) Коаксіальний кабель RF |
| Швидкість передачі даних | 10 Mbps | 1 Mbps (CAN) 1 Mbps (SDS) 500 Kbps (DeviceNet) | 6.666 kbps (або 10 kbps) |
| Максимальний адресний простір | 248 | | 216 |
| Підтримка маршрутизаторів мережного рівня | Є | Ні | Ні |
| Автентифікація | Є | Ні | На рівні програми |

Таблиця 1.3 - Основні характеристики протоколів передачі EtherCat,

| Характеристики | EtherCat | LONWORKS |
|----------------------------------|---------------------------|---|
| Галузь застосування | Автоматизація будівлі | Автоматизація будівель Керування виробництвом Автоматизація фабрик Транспорт Автоматизація житла, Автоматизація підстанцій, Управління вуличним освітленням |
| Рівні OSI/ISO | 1,2,3,4,5,6,7 | 1,2,3,4,5,6,7 |
| Підтримувані середовища передачі | Кручена пара. Оптоволокно | Віта пара з вільною топологією Кручена пара Лінії електроживлення (рішення, сумісне зі стандартами FCC та CENELEC) Оптоволокно Коаксіальний кабель RF (кілька |

| | | |
|--|-----------------------|------------------------------------|
| | | діапазонів) |
| Швидкість передачі даних | 10 Mbps | 5Mbps |
| Максимальний адресний простір | 65535 вузлів у мережі | 248 доменів, 32000 вузлів у домені |
| Підтримка маршрутизаторів мережевого рівня | Є | Є |
| Аутифікація | Є | Є |

Основи передачі інформації за протоколами TCP/IP.

TCP/IP є двома основними мережевими протоколами Інтернету. Часто ця назва також використовується для позначення мереж, що працюють на їх основі. Протокол IP забезпечує маршрутизацію (доставку за адресою) мережесих пакетів. Протокол TCP забезпечує встановлення надійного з'єднання між двома машинами та фактичну передачу даних шляхом контролю оптимального розміру пакета даних, що передається, і повторної відправки в разі збою. Кількість одночасно встановлених з'єднань між абонентами мережі не обмежена, тобто будь-яка машина може обмінюватися даними з будь-якою кількістю інших машин по одній фізичній лінії за певний проміжок часу.

Ще однією важливою перевагою мережі з протоколами TCP/IP є те, що через неї можна підключати машини з різними архітектурами та різними операційними системами, такими як Unix, MacOS, MS-DOS, MS Windows тощо. Більше того, машини однієї системи за допомогою мережевої файлової системи NFS (NetFileSystem) можуть підключати диски з файловою системою абсолютно іншої собі ОС і оперувати «чужими» файлами як своїми.

Протоколи TCP/IP (TransmissionControlProtocol/InternetProtocol) є основними транспортними та мережевими протоколами в ОС UNIX. Заголовок TCP/IP пакета вказує:

1. IP-адреса відправника.

2. IP-адреса одержувача.

3. Номер порту.

Пакети TCP / IP мають унікальну властивість потрапляти до адресата, проходячи через різноманітні, в тому числі локальні мережі, з використанням різноманітних фізичних носіїв. Маршрутизація IP-пакету (передача його в потрібну мережу) здійснюється на добровільній основі комп'ютерами, що входять до складу мережі TCP/IP.

Протокол IP — це протокол, який описує формат пакета даних, що передається через мережу.

Створення системи домашньої автоматизації передбачає інтеграцію даного проекту з основними елементами систем домашнього зв'язку, опалення, водопостачання, медіа-пристроїв і т. д. Створена система має кілька варіантів реалізації, що розширює сферу її застосування.



Рисунок 1.2 – Принцип побудови системи «розумний дім» з бездротовим маршрутизатором або модемом

Модулі «Розумний дім» можна використовувати як в будинках, підключених до мережі Інтернет, так і в приміщеннях без такої можливості. У варіанті, зображеному на рисунку 1.2, в якості точки доступу виступає цілком

звичайне домашнє обладнання таких компаній, як TP-link, D-link, Cisco, Zyxel, Asus та ін.

Переваги такого варіанту реалізації:

- можливість дистанційного керування;
- можливість дистанційного моніторингу;
- підключення веб-сервісів: погода, час тощо.

Нижче наведено другий варіант реалізації системи (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Принцип побудови системи «розумний дім» із сервером у режимі програмної точки доступу

Ця опція створена без доступу до мережі, вся система має власну, незалежну мережу з шифруванням, тобто має повністю автономний, власний канал зв'язку. Ця опція захищена від несанкціонованих зовнішніх впливів і не залежить від ступеня завантаження мережі, як це буває в домашніх мережах, але позбавлена можливості віддаленої взаємодії.

Переваги:

- охорона;

- ширша сфера застосування;
- відсутність ризику, пов'язаного з перевантаженням мережі.

Технологія передачі ІЧ команд:

Як правило, пульти дистанційного керування використовують одну несучу частоту модуляції (тобто частоту випромінювання ІЧ-світлодіода) - на неї налаштовані і пульт, і приймач. Частоти модуляції зазвичай стандартні - це 36 кГц, 38 кГц, 40 кГц (Panasonic, Sony). Частоти 56 кГц (Sharp) вважаються рідкісними. Фірма Використання приймача з частотою модуляції, яка не зовсім відповідає частоті передавача, не означає, що він не буде приймати - прийом залишиться, але його чутливість може сильно впасти.

Передача сигналу здійснюється випромінюванням ІЧ світлодіода з відповідною частотою модуляції. Для частот від 30 до 50 кГц зазвичай використовують світлодіоди з довжиною хвилі 950 нм, а для 455 кГц — спеціальні світлодіоди з довжиною хвилі 870 нм (спеціальні приймачі TSOP5700 і TSOP7000 орієнтовані на цю довжину хвилі і високу частоту модуляції).

Кілька з цих модульованих передач і гасінь (імпульсних спалахів) утворюють кодоване повідомлення. Приймач ІЧ-сигналу складається з декількох каскадів підсилювачів і демодулятора (детектора частоти) і чутливий до сигналу до -90 дБ (більшість аматорських радіосхем мають чутливість до -60 дБ). Крім того, майже всі ІЧ-приймачі серійного виробництва мають ІЧ-світлофільтр (темно-червоні лінзи або пластини). Команда у форматі HEX виглядає так: 0000 FREQ CNT1 CNT2 ON_1 OFF1 ON_2 OFF2 ON_nOFFn.

0000 – це завжди чотири нулі, але для наших цілей ми використаємо перші два нулі та замінимо їх кількістю повторень коду, а два других нулі будуть вихідним числом на arduino. Таким чином, код 010D двічі повторить команду і відправить її на вихід 13 (той, що має вбудований світлодіод); - FREQ - опорна частота сигналу. Зазвичай в діапазоні 35-40 кГц і пишеться хитро - 36 кГц = 0073 = 115, не дуже зрозуміло чому десяткова 115 дає частоту 36 кГц, можу тільки сказати, що це можна порахувати так $4145 / \text{FREQ}$; - CNT1 - допоміжна

частина; - CNT2 - допоміжна частина. - ON - дані. Це кількість періодів мерехтіння ІЧ діода; - OFF - кількість періодів, коли на нозі зберігається логічний нуль. Це виглядає так (рис. 1.4):

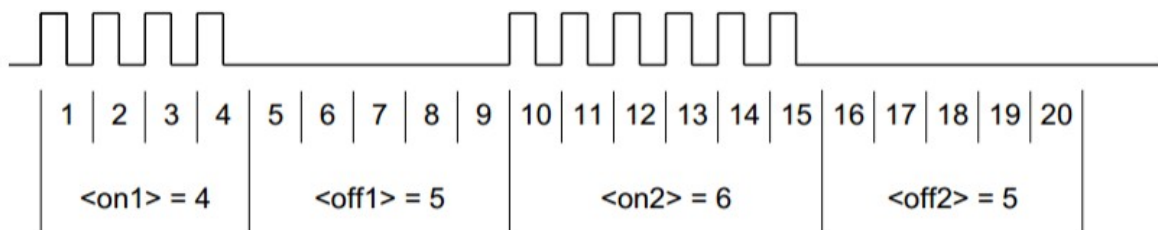


Рисунок 1.4 - Командні імпульси

У складі середовища arduino є спеціальна функція tone (пін, частота, тривалість), вона генерує сигнал на порт введення / виводу - прямокутну «хвилю», заданої частоти і з шпаруватістю 50%, використання переривань таймера. Це дозволяє використовувати генерацію ІЧ-команд для дистанційного керування обладнанням.

На основі вивчення та аналізу існуючої системи компонентів об'єктів «розумного будинку» доцільно спроектувати систему охоронно-пожежної сигналізації, яка б дозволяла:

1. Забезпечити більш надійну ідентифікацію джерел займання (на ранній стадії).
2. Поєднати можливість використання однієї централізованої сигналізації для систем охорони та пожежної безпеки.
3. Використовувати різні типи користувачів для системи пожежної сигналізації в залежності від місця встановлення (категорії приміщення).

Розглянувши різні характеристики систем пожежної безпеки, можна зробити висновок, що для реалізації протипожежної системи об'єкта найбільше необхідна система пожежної безпеки – комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та заподіяння від нього шкоди.

Система пожежної безпеки «розумний дім» включає:

- автоматична пожежна сигналізація;
- система оповіщення людей про пожежу;
- система контролю димовидалення;
- система автоматичного пожежогасіння.

Автоматична пожежна сигналізація призначена для ефективного та своєчасного виявлення осередків загоряння на ранній стадії та автоматичної видачі всієї необхідної інформації на диспетчерську апаратуру для виявлення та локалізації місця займання та оповіщення людей про небезпеку пожежі.

При спрацьовуванні пожежних сповіщувачів на контрольній апаратурі спрацьовує звукова та світлова сигналізація із зазначенням номера шлейфу, в якому спрацював сповіщувач.

У разі пошкодження з'єднувальних ліній або шлейфів (обрив, коротке замикання) приймальна апаратура також вмикає сигнали: звукові та світлові, що вказують на пошкоджений шлейф (з'єднувальну лінію).

Система оповіщення про пожежу призначена для своєчасного попередження людей про пожежу та вжиття заходів щодо евакуації людей та ліквідації осередку пожежі.

Система контролю димовидалення служить для безпечної евакуації людей і включення необхідного обладнання для видалення диму [24].

Автоматична система пожежогасіння призначена для запобігання, обмеження розвитку, гасіння пожежі (рисунок 1.5).

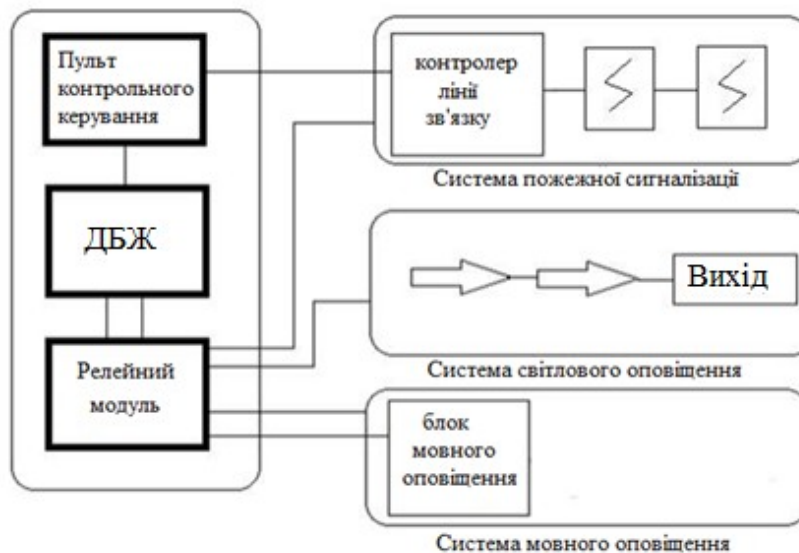


Рисунок 1.5 - Схема системи пожежної сигналізації

Пожежна сигналізація призначена для цілодобового спостереження за об'єктом, що охороняється, а зокрема для раннього оповіщення власника про виявлення ознак пожежі або задимлення.

Вибір обладнання пожежної сигналізації визначається характеристиками будівлі, площею території, призначенням об'єкта і т. д. В даний час існує три основних види станцій пожежної сигналізації:

1. Неадресність.
2. Адреса.
3. Адресний аналог.

Безадресні системи. До цього виду пожежної сигналізації відносяться:

- димові звичайні;
- тепловий;
- ручні сповіщувачі.

При спрацюванні датчика його номер і розташування на станції не вказується, ініціюється лише номер шлейфу. Використання звичайних систем доцільно для невеликих об'єктів (не більше 30-40 кімнат).

В адресних системах аналіз стану навколишнього середовища і формування сигналу також виконується самим датчиком, але в шлейфі сигналізації реалізований протокол обміну, який дозволяє визначити, який конкретно детектор спрацював. Кожен передавач або монтажна основа містить

схему встановлення адреси. Таким чином, система визначає конкретне місце сигналу пожежі, що підвищує швидкість реагування спецслужб.

Адресні аналогові системи пожежної сигналізації є центром збору телеметричної інформації, що надходить від сповіщувача. Так, для термодатчика станція постійно контролює температуру повітря в місці його установки, для датчика диму - концентрацію диму. За характером зміни цих параметрів саме станція, а не сповіщувач, як у адресних систем, формує сигнал про пожежу. Це дозволяє істотно підвищити достовірність визначення джерела загоряння.

Основні переваги адресних аналогових систем полягають у:

- використання кільцевої структури шлейфу, що значно підвищує надійність всієї системи (у разі обриву шлейф продовжує повноцінно працювати);
- можливість подальшого нарощування системи без додаткових витрат;
- проста організація мережі панелей і повторювачів з організацією взаємодії між усіма вузлами мережі;
- можливість використання волоконно-оптичних ліній зв'язку між панелями;
- велика кількість сервісних функцій, що полегшують обслуговування системи (реєстрація подій, ручне/автоматичне відключення датчиків/зон, автоматичне попередження про необхідність очищення датчиків);
- використання спеціальних ізоляторних модулів для ізоляції короткого замикання в шлейфі, що також підвищує надійність шлейфу;
- алгоритми, що запобігають хибним спрацьовуванням (режим день/ніч, змінний еталонний рівень чутливості датчиків з автоматичною компенсацією забруднення, перевірка збігу тривоги);
- використовуйте менше кабелю для підключення датчиків;
- можливість простої інтеграції з системами автоматизації будівлі (димовидалення, надлишковий тиск повітря, вентиляція, ліфти);

– потужні програмні графічні засоби з гнучкою архітектурою. Як зазначалося вище, важлива перевага адресного аналога.

Системи — це простота монтажу та обслуговування. Адресні аналогові системи дозволяють повідомляти про найбільш забруднені датчики, вибірково видаляти, очищати та замінювати їх, що значно знижує рівень помилкових тривоги.

Таким чином, для вирішення завдань забезпечення пожежної безпеки «розумного будинку» розроблено безліч систем, які орієнтовані на різні потреби. Розробники системи намагаються створювати рішення, які повністю враховують певну специфіку залежно від об'єкта захисту, які водночас дозволяють людині забезпечити комфортне існування в межах об'єкта.

Кожна розробка є ексклюзивним продуктом, який поєднує в собі вимоги різних замовників, які можуть суттєво відрізнятися один від одного, як за обсягом функцій, так і за режимами роботи, і, крім того, можуть зазнавати істотних змін. Впровадження систем «розумний дім» розраховане на врахування всього комплексу елементів дизайну - обладнання, програмного забезпечення, каналів зв'язку, комунікацій, а також питань технології будівництва і навіть дизайнерських побажань замовника.

У даній дипломній роботі розроблена базова система контролю та управління для «розумного будинку». Отримана система дозволяє дистанційно отримувати дані від датчиків з мобільного додатку або веб-браузера та **сповіщати** в екстрених випадках.

Висновки до першого розділу

У першому розділі обговорювалися принципи, стандарти та протоколи побудови систем розумного будинку, а також технології, що використовуються для їх створення. Проведено глибокий аналіз сучасних систем і обрано відповідний варіант. Показано варіанти впровадження системи, проведено порівняння, визначено переваги та недоліки цих варіантів.

2 РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

2.1 Підсистема керування у вигляді сервера

Автоматизовані системи управління будівлею. Розглянемо пристрій моніторингу середовища NetPing. Основна сфера застосування - дистанційне керування та моніторинг пристроїв у домі та офісі. Завдання, які вирішуються за допомогою пристрою NetPing:

- віддалене керування живленням;
- управління охороною та відстеження надзвичайних ситуацій, за допомогою датчиків диму, витоку води, витоку газу, антивандальних систем, контроль камер відеоспостереження;
- контроль мікроклімату за допомогою датчиків температури та вологості та управління кондиціонуванням через інфрачервоний порт;
- керування АТС через порт RS-232;
- дистанційна зміна налаштувань в залежності від ситуації;
- надсилання повідомлень про проблеми чи інші важливі події через SMS, електронну пошту;
- доступ до системи в реальному часі через HTTP або SNMP;
- керування освітленням та іншою побутовою технікою за графіком.

На рисунку 2.1 представлена загальна схема всіх компонентів системи «розумного будинку».

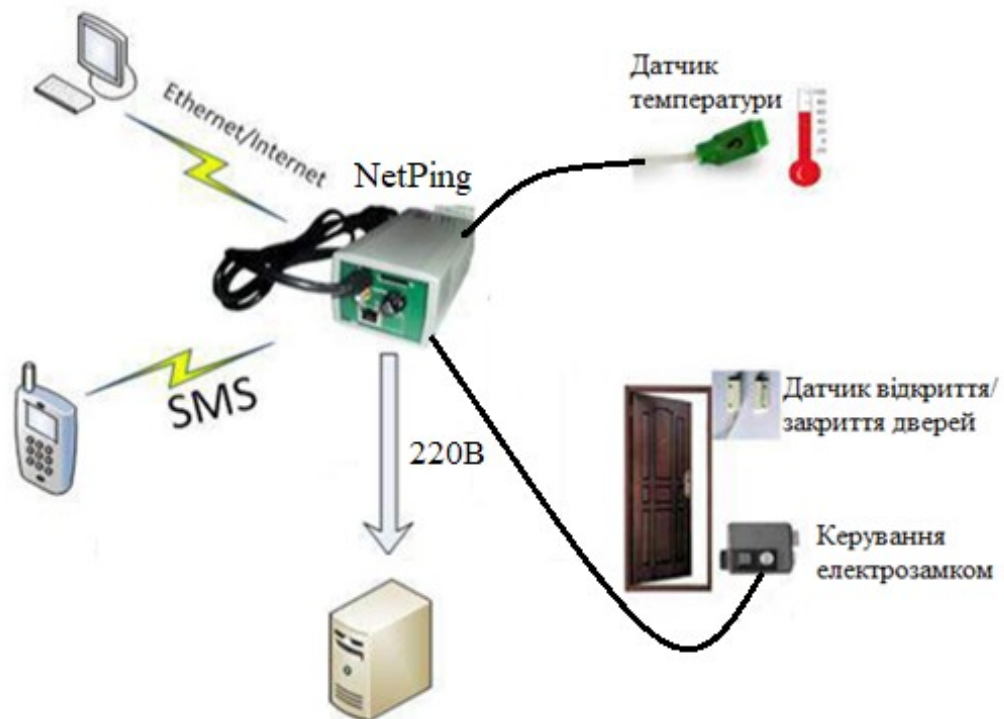


Рисунок 2.1 – Загальна схема системи «розумний будинок»

Пристрої NetPing дозволяють підключати до 16 датчиків до одного пристрою. Завдяки вбудованому веб-серверу контроль і управління здійснюється через браузер.

Алгоритм роботи системи розумного будинку з пристроєм моніторингу середовища NetPing:

1. Ініціалізація системи:

- Підключення пристрою моніторингу середовища NetPing до мережі зв'язку системи розумного будинку.

- Налаштування мережевих параметрів пристрою, забезпечення доступу до нього з контрольного центру.

2. Збір даних:

- Контрольний центр ініціює запит до пристрою NetPing.

- Пристрій NetPing зчитує дані з підключених датчиків.

- Дані передаються до контрольного центру через мережу зв'язку.

3. Аналіз даних:

- Контрольний центр аналізує отримані дані.

- Застосовуються алгоритми та правила автоматизації для обробки та інтерпретації даних.

4. Користувацький інтерфейс та сповіщення:

- Користувач взаємодіє з системою через мобільний додаток
- Користувач отримує інформацію про стан середовища та отримує сповіщення про події.

5. Цикл повторюється:

- Процес збору даних, аналізу та взаємодії з датчиками повторюється з певною періодичністю для постійного моніторингу та керування системою розумного будинку.

Сервер, або головний пристрій, служить основою для створення цієї системи домашньої автоматизації. Реалізує функції передачі даних, реєстрації модулів, моніторингу та прийому/передачі даних на пристрої з людино-машинним інтерфейсом. На основі плати мікроконтролера AVR Arduino MEGA 2560

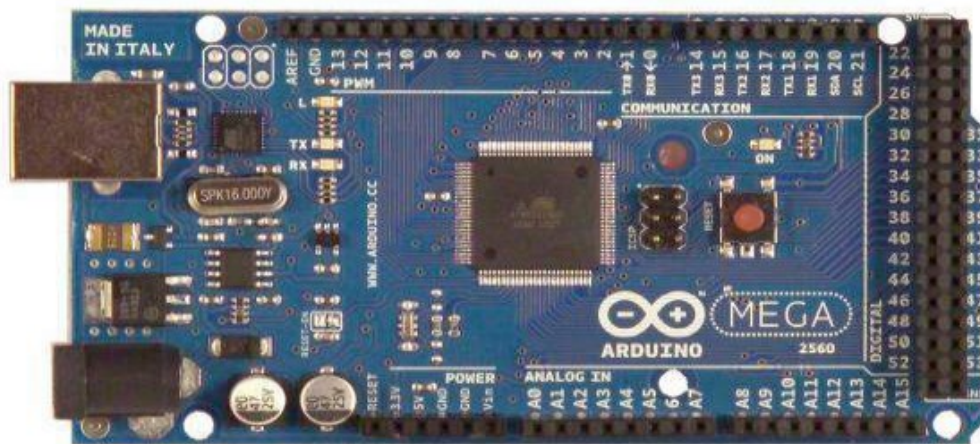


Рисунок 2.2 - Arduino MEGA (вид зверху)

Arduino Mega базується на мікроконтролері ATmega2560. Плата має 54 цифрові входи/виходи (14 з яких можна використовувати як ШІМ-виходи), 16 аналогових входів, 4 послідовних порти UART, кварцевий генератор 16 МГц, USB-роз'єм, роз'єм живлення, роз'єм ICSP і скидання. кнопку. Для роботи необхідно підключити платформу до комп'ютера через USB-кабель або подати

живлення за допомогою адаптера змінного/постійного струму, або акумуляторної батареї.

Платформа програмується за допомогою середовища розробки Arduino. ATmega2560 **поставляється з попередньо записаним завантажувачем**, який дозволяє легко писати нові програми без необхідності зовнішніх програмістів. Зв'язок здійснюється за оригінальним протоколом STK500. Можна не використовувати завантажувач і програмувати мікроконтролер через виходи блоку ICSP (внутрішньосхемне програмування).

Вибір даного контролера обумовлений його наявністю з досить великою кількістю портів введення/виведення, наявністю цілих трьох апаратних послідовних і обчислювальних потужностей. Ця система використовується як сервер. У поєднанні з esp8266 він працює в режимі TCP-сервера, реєструє та класифікує плагіни.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики Arduino MEGA 2560

| Параметр | Значення |
|-----------------------------------|---|
| Мікроконтролер | ATmega2560 |
| робоча напруга | 5В |
| Вхідна напруга (рекомендована) | 7-12В |
| Вхідна напруга (гранична) | 6-20В |
| Цифрові входи/виходи | 54 (14 з яких можуть працювати також як виходи ШІМ) |
| Аналогові входи | 16 |
| Постійний струм через вхід/вихід | 40 mA |
| Постійний струм для виведення 3.3 | 50 mA |
| У Флеш-пам'ять | 256 КВ (з яких 8 КВ використовуються для завантажувача) |
| ОЗУ | 8 КВ |
| Енергонезалежна пам'ять | 4 КВ |
| Тактова частота | 16 MHz |

Мініатюрні модулі WiFi ESP8266 досить привабливі для систем розумного будинку та домашньої автоматизації. Цей варіант пристрою оснащений керамічною антеною з можливістю підключення зовнішньої антени (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 - ESP8266

Таблиця 2.2 - Основні технічні характеристики ESP8266

| Параметр | Значення |
|-------------------|--|
| WI-FI: | 802.11 b/g/n з WEP, WPA, WPA2. |
| Режими роботи: | Клієнт (STA), Точка доступу (AP), Клієнт+Точка доступу (STA+AP). |
| Напруга живлення | 1.7..3.6 Ст. |
| Споживаний струм: | до 215мА залежно від режиму роботи. |
| Кількість GPIO: | 16. |
| Flash пам'ять: | 512кб. |
| RAM даних: | 80 кб |
| RAM інструкцій: | 32 кб. |

Цей компонент використовується у всіх складових проекту як основний засіб зв'язку між модулями. У варіанті реалізації сервера "розумного будинку" в

режимі Soft AP, ця підсистема оснащується більшою антеною. На рисунку 2.4 наведено схему входів і висновків модуля.

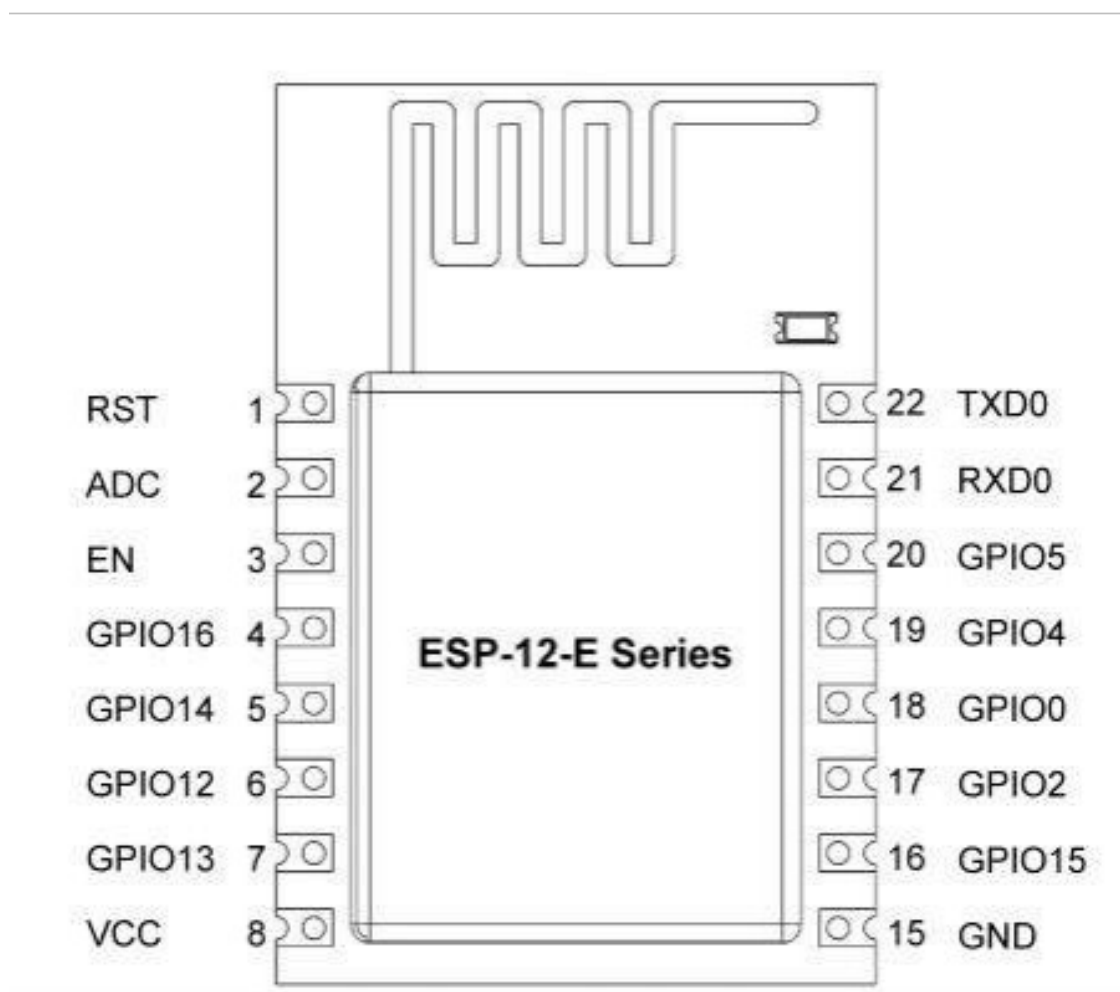


Рисунок 2.4 - Розводка бездротового модуля

ESP8266 у цій версії має 22 вихідних контакту. Виводи GPIO є програмованими, а також можуть виводити цифровий сигнал за допомогою запитів на отримання.

У тестовому зразку пристрою використовується спеціальна адаптерна плата (рисунок 2.5), оскільки вихідний модуль має крок 2 мм, а для монтажу на прототипну плату – 2,5 мм.

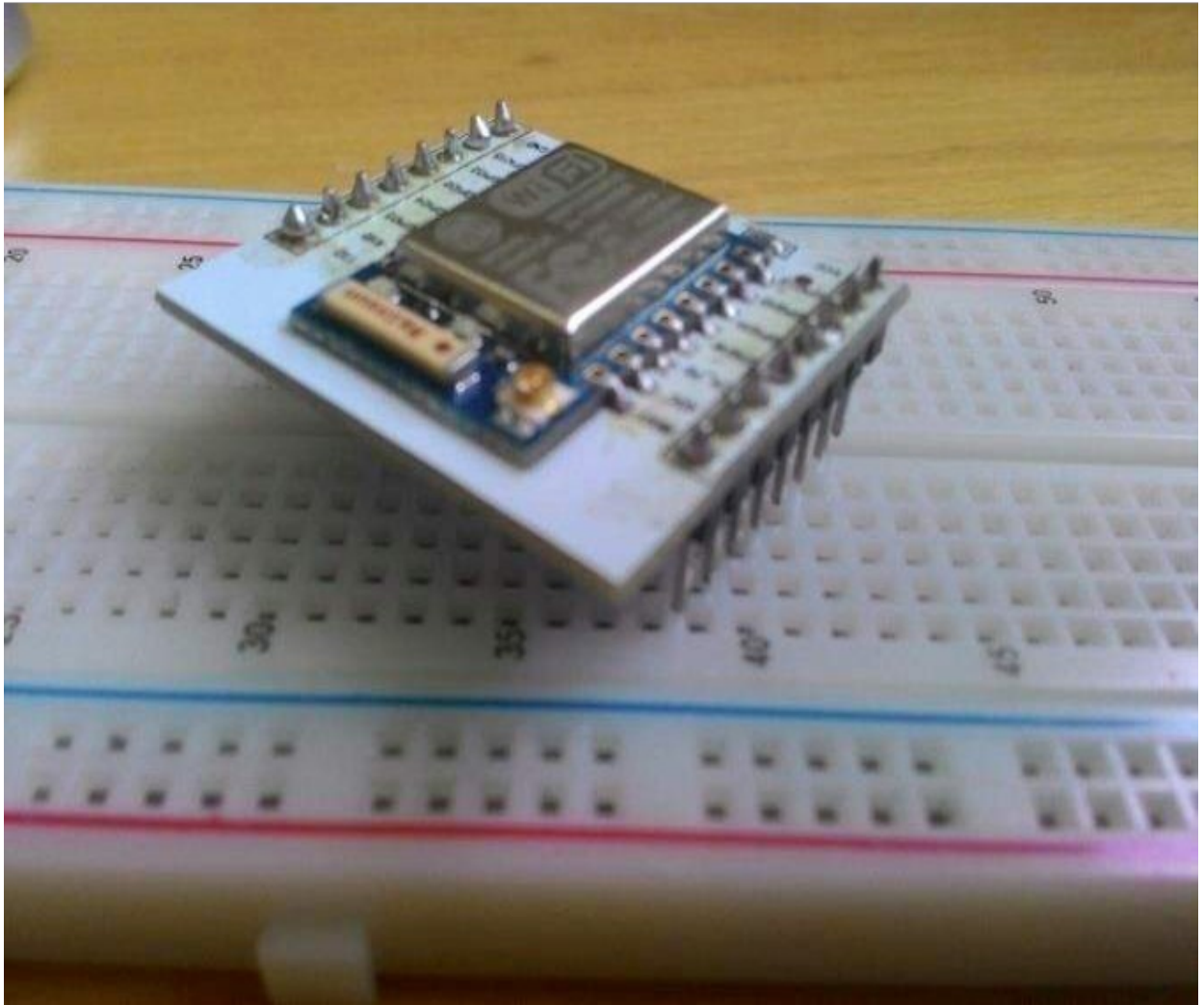


Рисунок 2.5 – Перехідна плата

2.2 Підсистема для керування освітленням

Підсистема керування освітленням у реалізованому варіанті має широкий спектр застосування. У нього входить датчик руху і двоканальне реле. Як і всі плагіни, він працює в режимі клієнта ТСР. На рисунку 2.6 показана принципова схема пристрою, а в таблиці 2.3 описані елементи схеми.

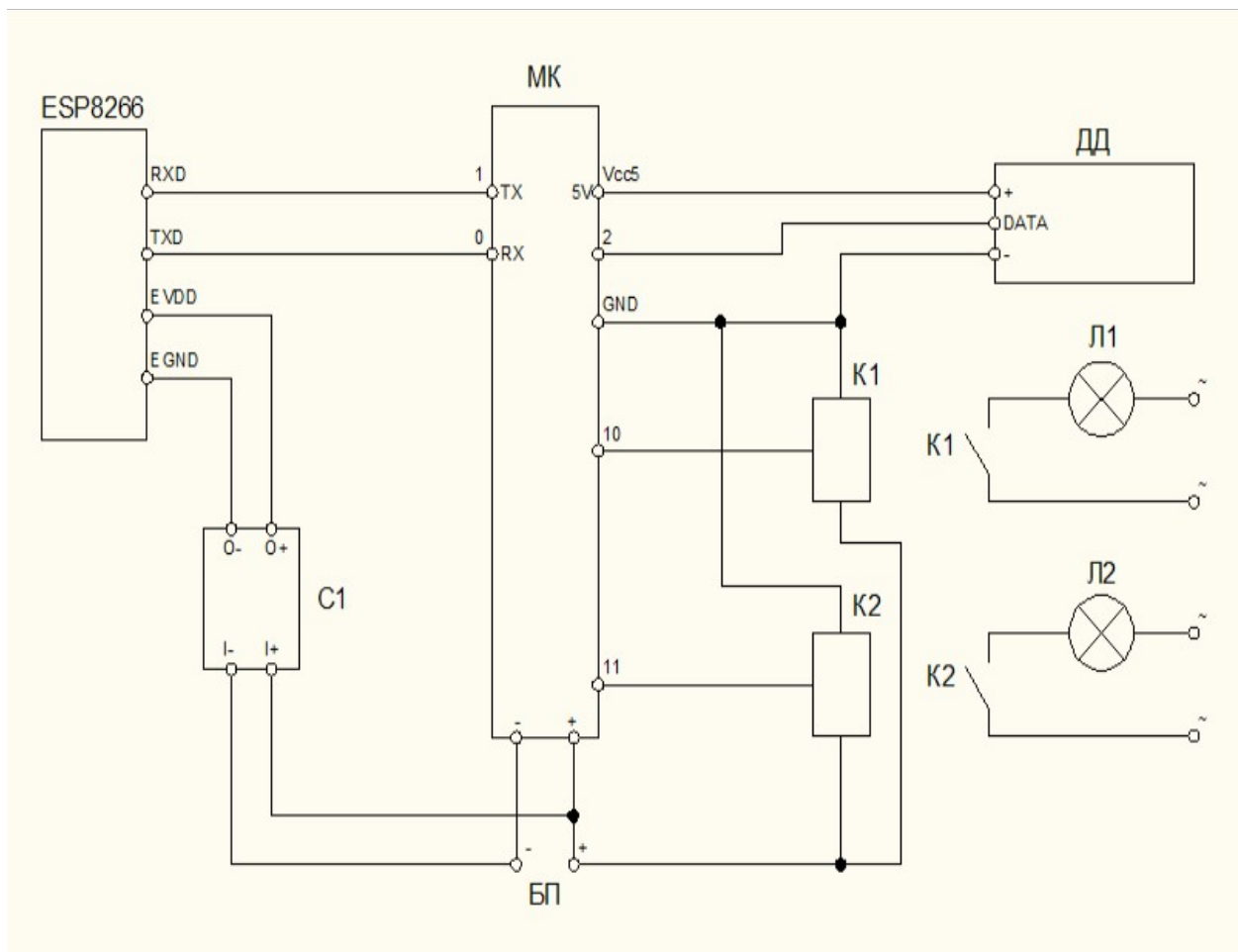


Рисунок 2.6 – Підсистема управління освітленням, принципова схема

Таблиця 2.3 - Опис схеми

| Позначення | Опис |
|------------|-------------------------|
| ESP8266 | WiFi модуль |
| МК | ArduinoNano v3 |
| К1, К2 | Реле |
| ДД | Датчик руху |
| З 1 | Стабілізатор напруги |
| Л1, Л2 | Лампи |
| БП | Контакти блоку живлення |

Реалізовано окреме живлення для модуля ESP8266, так як на відміну від Мега 2560, Nano не може забезпечити достатній струм на виході 3.3V. У схемі для цих цілей використовується стабілізатор напруги АМС1117-3,3В (рисунок 2.7).

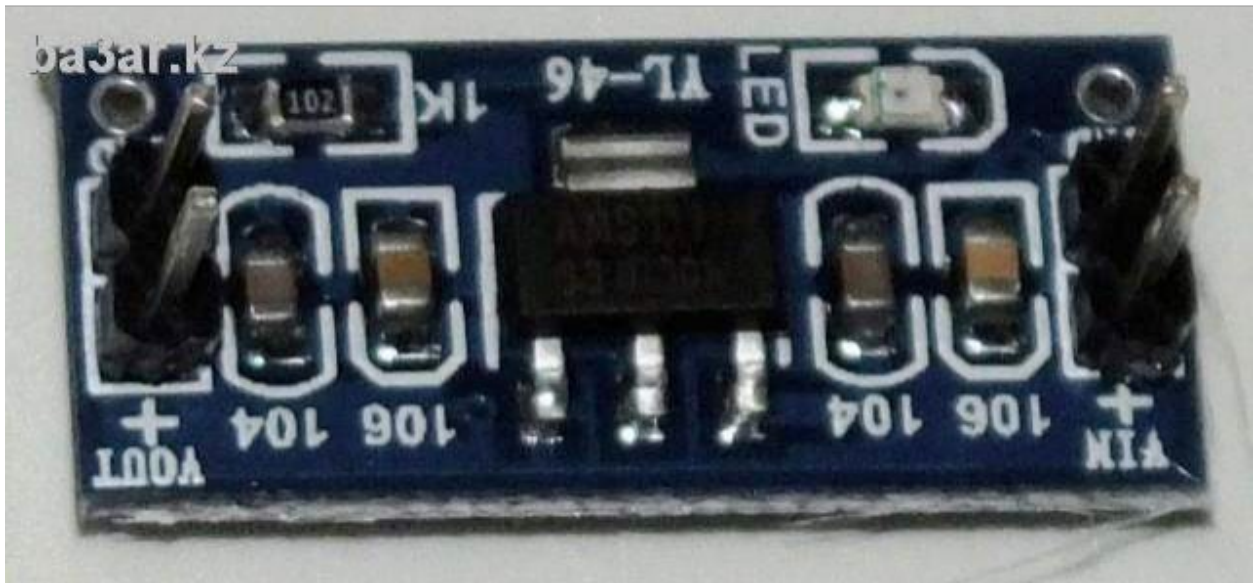


Рисунок 2.7 - Загальний вигляд AMS1117-3.3V

Регулятор напруги виконано на окремій платі (рисунок 2.8) зі стандартними ніжками для використання на макетній платі, що значно спрощує процес створення прототипу тестового зразка системи.

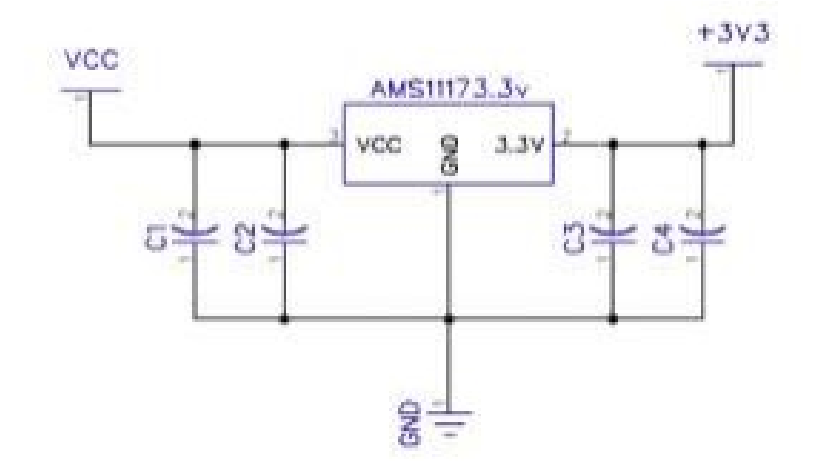


Рисунок 2.8 - Принципова схема AMS1117-3.3V

Вибір контролера припав на Arduino Nano (рисунок 2.9). Плата є невеликою, повнофункціональною, сумісною з макетною платою на основі

мікроконтролера ATmega328 (Arduino Nano версії 3.0). Він має більш-менш ту саму функціональність, що й Arduino Duemilanove, але лише інший дизайн. У нього відсутній роз'єм живлення постійного струму, а роз'єм кабелю - Mini-USB замість стандартного.



Рисунок 2.9 – Вид зверху Arduino Nano

Вибір даної плати обумовлений її низькою вартістю, масогабаритними характеристиками і функціональністю. У таблиці 2.4 наведено основні технічні характеристики плати.

Таблиця 2.4 - Коротка характеристика Arduino Nano

| Параметр | Значення |
|----------------------------------|---|
| Мікроконтролер | Atmel ATmega328 |
| Робоча напруга (логічний рівень) | 5 В |
| Вхідна напруга (рекомендована) | 7-12 В |
| Вхідна напруга (гранична) | 6-20 В |
| Цифрові входи/виходи | 14 (6 з них можуть використовуватися як виходи ШІМ) |
| Аналогові входи | 8 |

| | |
|----------------------------------|---|
| Постійний струм через вхід/вихід | 40 мА |
| Флеш пам'ять | 32 Кб при цьому 2 Кб використовуються для завантажувача |
| ОЗУ | 2 Кб |
| EEPROM | або 1 Кб |
| Тактова частота | 16 МГц |
| Розміри | 1.85 см х 4.2 см |

Реле - пристрій для автоматичного перемикання електричних кіл за сигналом ззовні; складається з релейного елемента (з двома станами стійкої рівноваги) і групи електричних контактів, які замикаються (або розмикаються) при зміні стану релейного елемента. Вибрано двоканальне реле (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 - Двоканальне реле

Ця підсистема використовує двоканальне реле як ключ у ланцюзі живлення. При паралельному підключенні до комутатора це підключення найбільш зручно для щоденного використання. Характеристики наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики використовуваного реле

| Параметр | Значення |
|----------------------------|----------|
| Напруга керуючого ланцюга | 5В |
| Мінімальний керуючий струм | 10мА |
| Змінна напруга | До 250В |
| Змінний струм | До 10А |
| Постійна напруга | До 30В |
| Постійний струм | До 10А |

Датчик руху SC0072 (рисунок 2.11) відповідає за детектування руху у приміщенні. Його характеристики наведені нижче, у таблиці 2.6.

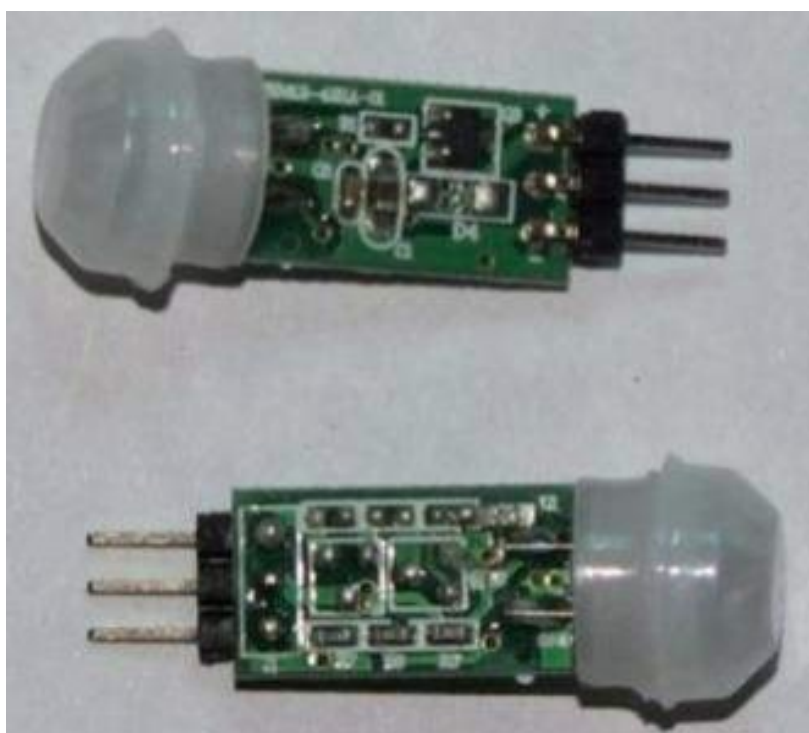


Рисунок 2.11 – Датчик руху SC0072

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики датчика SC0072

| Параметр | Значення |
|------------------------------------|--|
| Напруга живлення: | DC 3,3-15V |
| Напруга на виході: | Високі та низькі рівні у 3.3V TTL логіці |
| Дистанція виявлення: | до 4м |
| Кут виявлення: | до 110 ° |
| Тривалість імпульсу при виявленні: | до 1сек. |
| Робоча температура: | -20 ... +80 °C |

Робота датчика PIR (PassiveInfraredsensor), тобто датчика PIR заснована на вимірюванні інфрачервоного випромінювання від об'єктів.

Роботу можна розділити на два етапи:

1. Калібрування. Коли датчик увімкнено, він вимірює інфрачервоне випромінювання для отримання еталонних значень.

2. Моніторинг. Датчик постійно вимірює інфрачервоне випромінювання і, якщо воно відхиляється від еталонного, виводить одиницю на порт.

Модуль має 3 виходи (стандарт 2,54 мм):

- GND: "-" живлення;
- VCC: "+" потужність;
- OUT: вихід вихідного сигналу;

Підключення датчика:

- GND до будь-якого з виходів контролера GND;
- VCC до +5 вольт на контролер;
- OUT до будь-якого з цифрових входів/виходів контролера.

Структурна схема освітлення зображена на рис. 2.12.

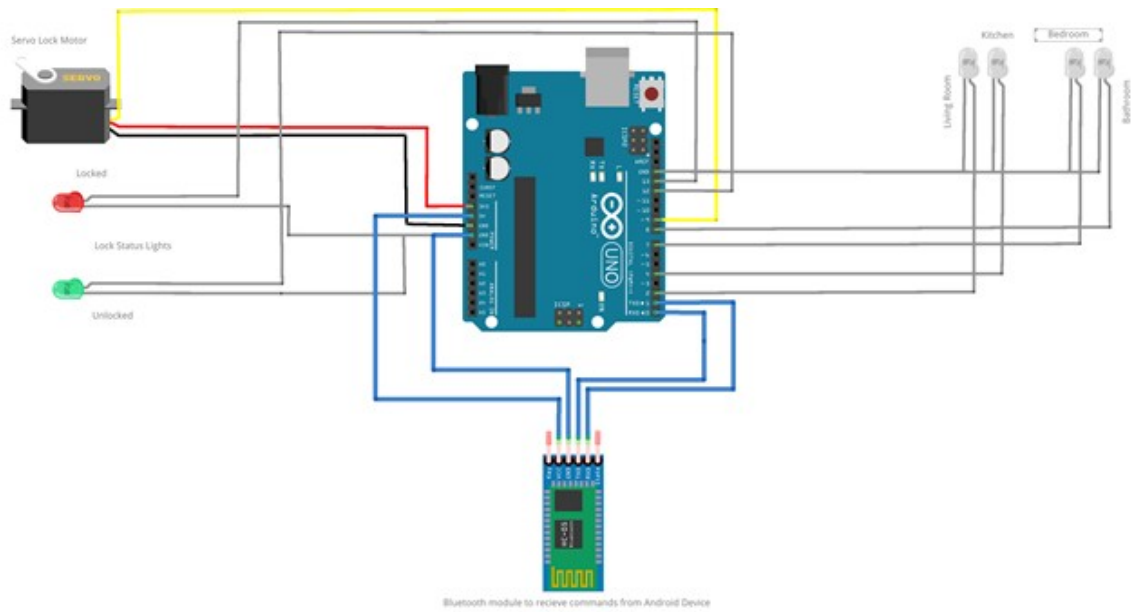


Рисунок 2.12 – Структурна схема освітлення

2.3 Підсистема для керування електроприладами

Підсистема управління електроприладами у реалізованому варіанті універсальний. Він включає можливість управління будь-якою домашньою технікою з ПЧ приймачем, наприклад телевізорами, кондиціонерами, програвачами і т.д. Як і всі модулі, що підключаються, працює в режимі ТСП клієнта. У схемі є датчик температури та вологості.

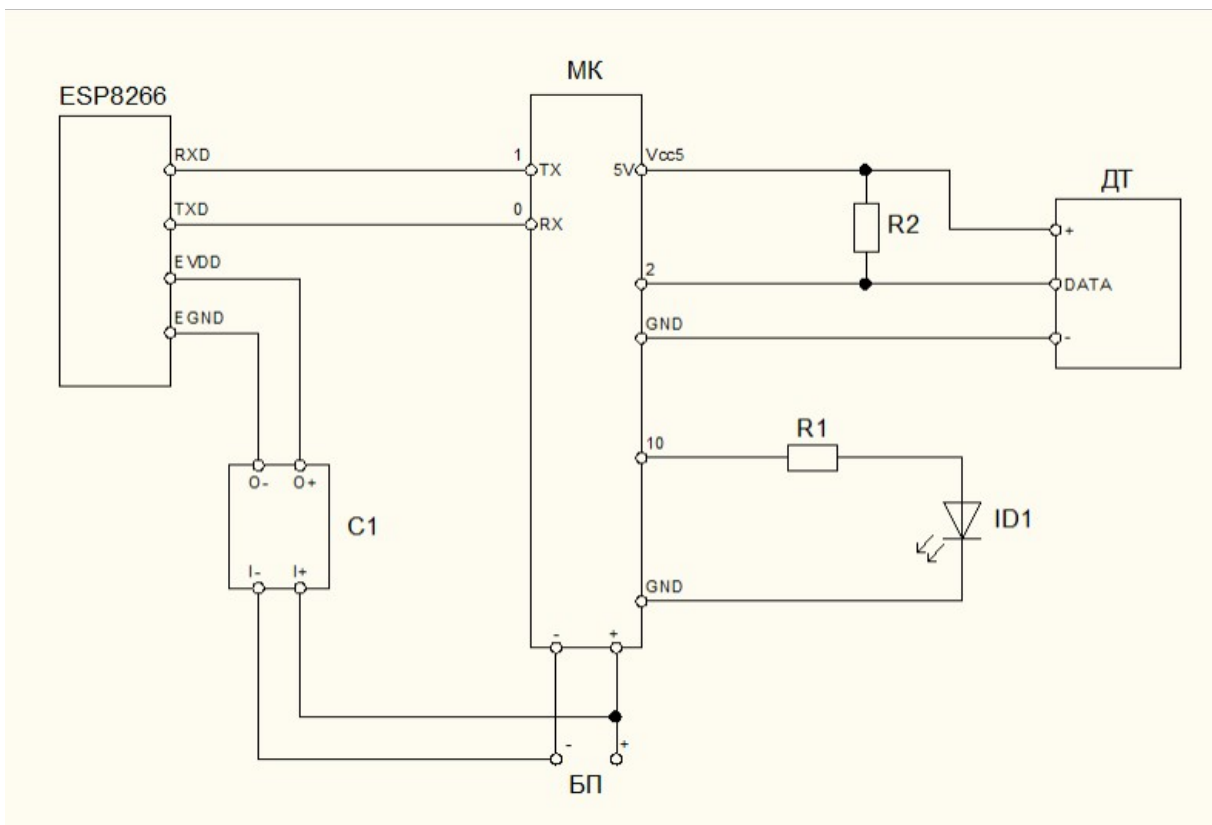


Рисунок 2.13 – Підсистема керування електроприладами, принципова схема

У ролі контролера в цій реалізації підсистеми виступає ArduinoNano, який раніше був детально розглянутий. У таблиці 2.7 наведено основні елементи схеми.

Таблиця 2.7 - Опис схеми

| Позначення | Опис |
|------------|---------------------------------------|
| ESP8266 | WiFi модуль |
| МК | ArduinoNano v3 |
| R1, R2 | Резистори |
| ДП | Датчик температури та вологості DHT11 |
| C1 | Стабілізатор напруги |
| БП | Контакти блоку живлення |

Номінали резистора: R1 - 500 Ом, R2 - 10 кОм.

Для вимірювання кімнатної температури використовується датчик DHT11 (рисунок 2.13).

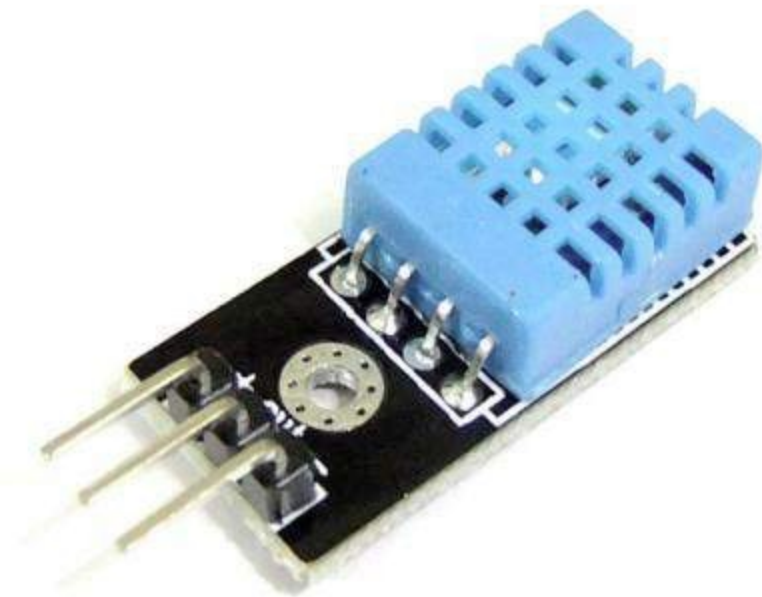


Рисунок 2.14 - Датчик температури DHT11

Датчик температури навколишнього середовища та відносної вологості DHT11 є стабільним та енергоефективним датчиком. Його характеристика наведена в таблиці 2.8.

Датчик підключається до керуючої електроніки через 3 контакти. Дані про температуру та вологість передаються через сигнальний дріт у вигляді цифрового сигналу. Це дозволяє передавати дані на відстань до 20 м. Датчик працює за власним протоколом.

Таблиця 2.8 - Характеристики DHT11

| Позначення | Опис |
|----------------------|-------------|
| Напруга живлення | 5 В |
| Діапазон температур: | 0–50°C |
| Похибка температури: | ±2°C |
| Діапазон вологості: | 20-90% |
| Похибка вологості: | ±5% |

Як ІЧ-передавач у схемі використовується VL-L314IRBC (рисунок 2.14). Серія світлодіодів L314 — це круглі світлодіоди діаметром 3 мм зі сферичною лінзою.



Рисунок 2.15 - ІЧ діод

На нижній частині корпусу є виступ діаметром 3,9 мм, призначений для зручності кріплення світлодіода. Щоб виключити помилку підключення світлодіода, анод має більш довгий висновок. Світлодіоди серії L314 випускаються двох типів - з кутом розсіювання 60 градусів і кутом розсіювання 30 градусів. Світловий вихід цих світлодіодів коливається в дуже широкому діапазоні і наведено в таблиці. Діапазон робочих температур від -40 до +80 градусів.

Для роботи цієї схеми необхідно зчитувати і розпізнавати сигнали з панелей управління побутової техніки. Для цього можна використовувати спеціальні читалки.

2.4 Приклад розміщення модулів «розумного будинку»

У прикладі взято реальний архітектурний проект сучасного будинку. Нижче показано можливе розташування модулів і принцип конструкції таких систем домашньої автоматизації.

Будинок є енергоефективним і розроблений з використанням передових енергозберігаючих технологій, таких як спеціальна система вентиляції з використанням теплообмінників і сонячних батарей. У перспективі є необхідність створення системи управління вентиляцією, сонячними панелями та теплообмінниками.

На малюнку 2.15 показано розташування сонячних батарей на горищі. На рисунках 2.16, 2.17 наведено приклад розташування модулів системи на прикладі архітектурного плану приміщення.

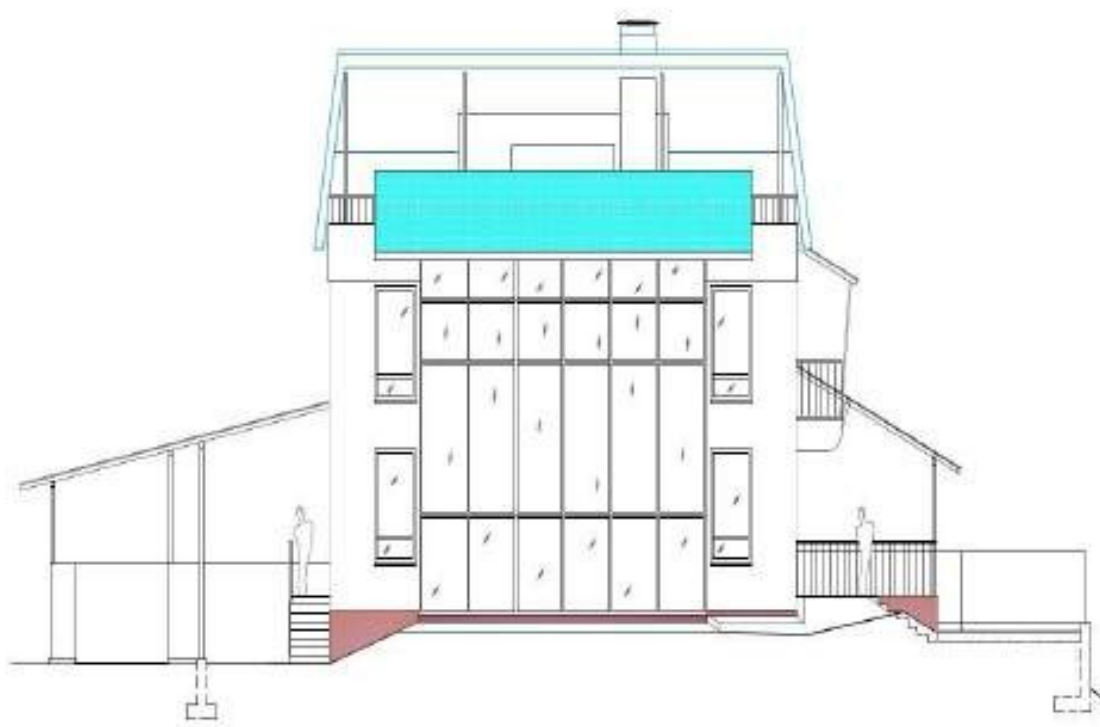


Рисунок 2.16 - Фасад будинку



Рисунок 2.17 – План першого поверху



Рисунок 2.18 - План другого поверху

Позначення:

- підсистема КО - підсистема керування освітленням;

- IR Module - підсистема з інфрачервоним передавачем;
- підсистема UO(dim) - підсистема керування освітленням з функцією затемнення;
- кухонна підсистема - підсистема з функціями дистанційного керування електроприладами та з реалізацією пожежної безпеки.

Сервер і роутер знаходяться на першому поверсі. Вимоги до маршрутизатора — висока потужність або використання допоміжних мережевих вузлів (повторювачів) для збільшення покриття всередині будинку.

Висновки до другого розділу

У другому розділі були розглянуті основні елементи системи розумного будинку, їх конструктивні характеристики та електрична схема приладів. Особливості проектування та реалізації прототипу з робочими базовими функціями з рисунками плат.

3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Середовище розробки

Arduino IDE

Програмна частина контролера виконана у відкритому середовищі Arduino IDE, як найбільш придатному для роботи з існуючими контролерами.

EmbarcaderoDelphi XE8

Програма для налаштування параметрів і перегляду інформації написана в середовищі розробки Delphi XE8. Вибір цього середовища визначається двома факторами:

1. Кросплатформенність, гнучкість використання в домашніх умовах і можливість використовувати додаток на найпопулярніших і поширених ОС.
2. Простота середовища для роботи з візуальною складовою проекту, що значно полегшує розробку програми, оскільки є готові елементи інтерфейсу.

EmbarcaderoDelphi — це інтегроване середовище розробки програмного забезпечення для Microsoft Windows, Mac OS, iOS і Android мовою Delphi.

Delphi - це імперативна, структурована, об'єктно-орієнтована мова програмування з сильною статичною типізацією змінних. Основна сфера використання - написання прикладного програмного забезпечення.

Сьогодні, поряд з підтримкою розробки 32 і 64-розрядних програм для Windows, можливе створення додатків для AppleMac OS X (починаючи з EmbarcaderoDelphi XE2), iOS (включаючи симулятор, починаючи з XE4 з використанням власного компілятора), а також у Delphi XE5 для GoogleAndroid (безпосередньо виконується на процесорі ARM).

3.2 Серверне програмне забезпечення

Сервер служить сполучною ланкою між підсистемами, він визначає і перенаправляє команди на потрібну підсистему. Принцип його роботи зображено на рисунку 3.1. Усі команди стандартизовані, використовують 8 байтів і інтерпретуються за допомогою кодування ASCII.

Формат байтової команди: [0][1][2][3][4][5][6][7][8]:

[0] – байт №1, який використовується як ідентифікатор модуля, за яким сервер вирішує, куди відправити повідомлення. У поточній реалізації проекту є 4 варіанти одержувача повідомлення:

1. S сам сервер.
2. L - підсистема управління освітленням з датчиком руху.
3. I - підсистема з ІЧ-передатчем.
4. K - підсистема управління освітленням з диммером.

[1] – байт №2, визначає тип команди.

1. С — команда від пульта дистанційного керування.
2. М – реєстрація підсистеми, відправляється при включенні.

[2] - [8] Негайна команда, читати інакше.

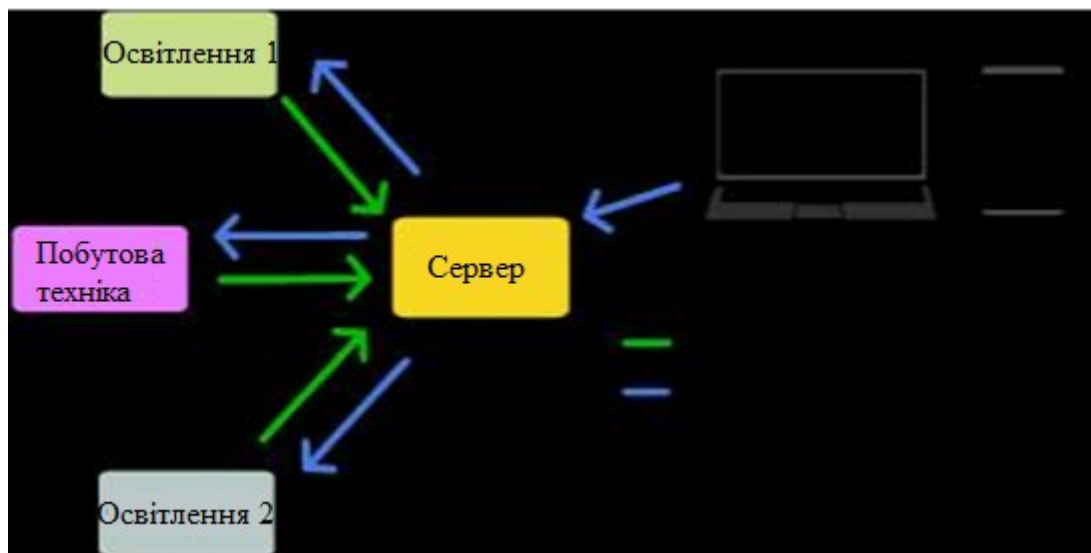


Рисунок 3.1 – Принцип роботи сервера

Частка лістинг програми сервера (Arduino IDE) наведено нижче.

```

    char incoming [13]; char answer[6]; char lampid,
lamp2id;
    char irid, clientid; char msg [8];
    int clientled=37;    int lampled=45;    int irled=53;
//індикаторні піни 53 45 37 void tcpserverstart() {
//налаштування TCP сервера Serial3.write("AT+CIPMODE=0\r\
n");
    delay(300);        Serial3.write("AT+CIPMUX=1\r\n");
delay(300);        Serial3.write("AT+CIPSERVER=1,8888");
delay(500);        Serial3.write("AT+CIPSTO=28800\n");
delay(1000);
    Serial.println("Server is ready"); delay(300);
}

void setup() {

    lampid = 'n'; lamp2id='n'; irid = 'n'; clientid='n';

    Serial.begin(9600); // відкриваємо COM для виведення
діагностичних повідомлень Serial.println("Serial is
open");
    Serial3.begin(9600); // ESP8266 Serial3.setTimeout
(3000); pinMode(clientled, OUTPUT); pinMode(lampled,
OUTPUT); pinMode(irled, OUTPUT);
    Serial3.write("AT+RST\r\n"); // Перезавантаження
модуля delay (3000);
    tcpserverstart(); }

```

Алгоритм цієї частки коду:

Цей код містить декілька глобальних змінних, таких як масиви символів `incoming`, `answer` та `msg`, інші змінні типу `char`, такі як `lampid`, `lamp2id`, `irid` та `clientid`, і декілька цілих числових змінних, таких як `clientled`, `lamped` та `irled`.

Перша функція `tcpserverstart()` налаштовує TCP сервер. Вона використовує `Serial3.write()` для відправлення команд на ESP8266 модуль через COM-порт. Команди встановлюють режим `AT+CIPMODE=0`, режим мультиплексування `AT+CIPMUX=1`, встановлюють сервер `AT+CIPSERVER=1,8888` на порту 8888 і встановлюють таймаут з'єднання `AT+CIPSTO=28800`. Після кожної команди виконується затримка `delay()` для обробки відповідей модуля. На кінці виводиться повідомлення "Server is ready".

Функція `setup()` викликається один раз при початку виконання програми. Вона встановлює швидкість передачі даних для COM-порту `Serial` та ESP8266 `Serial3`, налаштовує таймаут `Serial3.setTimeout(3000)`, встановлює режими виводу для пінів `clientled`, `lamped` та `irled`. Далі виконується команда перезавантаження модуля ESP8266 `Serial3.write("AT+RST\r\n")` зі затримкою `delay(3000)`. На кінці викликається функція `tcpserverstart()` для налаштування TCP сервера.

Цей код має на меті налаштувати ESP8266 модуль як TCP сервер і встановити початкові значення змінних.

3.3 Програма для підсистеми керування освітленням

Ця програма написана в середовищі Arduino IDE і відповідає за обробку команд, що надходять із сервера для управління джерелами освітлення.

```
char apip [22];  
char data [6];  
char answer[6]; char confirm [6];  
boolean mode; // false - автоматичний, true - ручний
```

```

    long unsigned int lowIn; //Пауза, після якої рух
вважається закінченим boolean takeLowTime; //Прапор.
Сигналізує необхідність запам'ятати час початку
відсутності руху
    boolean lockLow = true;
    int pirPin = 9; char inmode;
    int pause; char pauseLength [2];
    boolean tcpstat;
    void tcpconnect() {
        Serial.write("AT+CWJAP="SH_server", "12345678");
delay(8000); // підключення до точки доступу
Serial.write("AT+CIPMODE=0\r\n");
        delay(300); Serial.write("AT+CIPMUX=1\r\n");
delay(300);
        Serial.write("AT+CIPSTART=0, "TCP", "192.168.4.1", 8888")
;

```

Цей код містить глобальні змінні, такі як масиви символів `apip`, `data`, `answer` та `confirm`, змінні типу `boolean` `mode`, `takeLowTime`, `lockLow`, `tcpstat`, змінні типу `long unsigned int` `lowIn`, змінні типу `int` `pirPin`, `pause`, а також рядки `inmode` та `pauseLength`.

Функція `tcpconnect()` відповідає за підключення до точки доступу і налаштування TCP з'єднання. Вона використовує `Serial.write()` для відправлення команд ESP8266 модулю через COM-порт. Спочатку відбувається підключення до точки доступу з використанням команди `AT+CWJAP`, де передаються назва точки доступу (SH_server) та пароль (12345678). Після цього виконується затримка `delay(8000)` для очікування успішного підключення.

Далі виконуються команди налаштування TCP з'єднання. Команда `AT+CIPMODE=0` встановлює режим роботи TCP (0 - без зберігання даних). Команда `AT+CIPMUX=1` встановлює режим мультиплексування (1 - дозволяє

одночасне з'єднання кількох клієнтів). І команда `AT+CIPSTART` виконує підключення до сервера, де передаються параметри: індекс з'єднання (0), тип з'єднання (TCP), IP-адреса сервера (192.168.4.1) та порт (8888).

3.4 Програма підсистеми інфрачервоного модуля

У програмі використовується спеціальна бібліотека Arduino IDE IRremote. З її допомогою можливо передавати сигнали, використовуючи протоколи різних виробників побутової техніки.

Нижче наведено частку лістинг процедури для надсилання ІЧ команд.

```
void sendCode() {  
    // Запускаємо другу частину бібліотеки IRremote,  
    відповідальну за відправку ІЧ IRsend; send;  
    #define PanasonicAddress 0x4004 // Panasonic,  
    "особливий" ІЧ протокол. unsigned long SendCodeIR;  
    int SendCodeProtocol; int SendCodeBits; Switch (data[0])  
    {  
        // ІЧ JVC "особливий" ІЧ протокол  
        irsend.sendJVC(SendCodeIR, 16, 0); }  
        else if (SendCodeProtocol == PANASONIC) {  
            // У Panasonic спеціальний ІЧ протокол.  
            irsend.sendPanasonic(PanasonicAddress, SendCodeIR);  
            } // коли бібліотеці IRremote не вдається розпізнати  
            ІЧ протокол, // "UNKNOWN" вона видає значення "-1". Після  
            запису та читання з // EEPROM, "-1" стає 255.  
            elseif (SendCodeProtocol == 255) // на той випадок  
            якщо ІЧ протокол невідомий {  
                // використовуватиму найпоширеніший протокол NEC.  
                irsend.sendNEC(SendCodeIR, SendCodeBits);  
            }  
    }
```

```
// після запуску другої частини бібліотеки IRremote,  
відповідальної за відправку ІЧ,  
// блокується перша частина бібліотеки IRremote,  
відповідальна за прийом ІЧ. // Розблокуємо прийом ІЧ.  
irrecv.enableIRIn(); } }
```

Як працює показана частка коду:

1. Визначення змінних та об'єкту:

- ``irsend``: об'єкт IRsend з бібліотеки IRremote, відповідальний за відправку ІЧ сигналів.

- ``PanasonicAddress``: адреса Panasonic, спеціального ІЧ протоколу.

- ``SendCodeIR``: беззнакове довге ціле, яке зберігає код ІЧ сигналу, що відправляється.

- ``SendCodeProtocol``: ціле число, яке зберігає ідентифікатор протоколу ІЧ сигналу.

- ``SendCodeBits``: ціле число, яке зберігає кількість бітів ІЧ сигналу.

2. Функція ``sendCode()``:

- Ця функція відповідає за відправку ІЧ сигналу з використанням бібліотеки IRremote.

- Спочатку виконується запуск другої частини бібліотеки IRremote, яка відповідає за відправку ІЧ сигналів.

- В залежності від значення ``data[0]`` (першого символу у масиві ``data``), виконується відправка відповідного ІЧ сигналу:

- Якщо ``data[0]`` відповідає ІЧ протоколу JVC, то викликається ``irsend.sendJVC(SendCodeIR, 16, 0)``.

- Якщо ``data[0]`` відповідає ІЧ протоколу Panasonic, то викликається ``irsend.sendPanasonic(PanasonicAddress, SendCodeIR)``.

- Якщо ``SendCodeProtocol`` має значення 255 (невідомий ІЧ протокол), то використовується найпоширеніший протокол NEC з викликом ``irsend.sendNEC(SendCodeIR, SendCodeBits)``.

- Після відправки ІЧ сигналу блокується приймання ІЧ сигналів, а потім знову вмикається за допомогою `irrecv.enableIRIn()`.

Отже, цей код використовує бібліотеку IRremote для відправки ІЧ сигналів залежно від отриманих даних `data`. ІЧ сигнали відправляються з використанням різних протоколів, таких як JVC, Panasonic або NEC.

В результаті з'єднання отримаємо наступну картину (рис. 3.2)

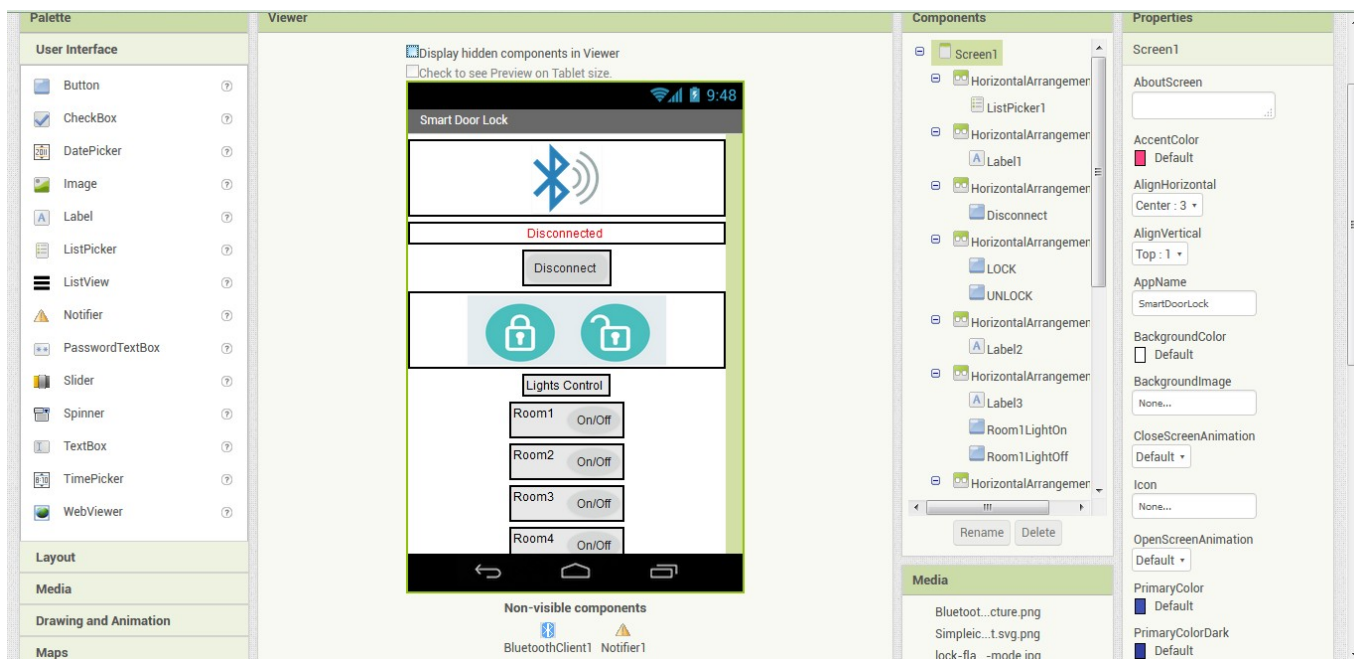


Рисунок 3.2 – Вікно програми інфрачервоного модуля

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи було розроблено систему для керування окремими підсистемами системи розумного будинку. Виходячи із задач керування я обрав технологію на основі плат Arduino nano та Arduino MEGA, а також на WiFi модулях ESP8266 та інших елементах. Розроблено модульну автономну систему з можливістю підключення із зовнішнього пристрою. Написано кросплатформну програму для управління системою «розумний будинок».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аязбай А.Є. Система голосового управління на одноплатному ARM-мінікомп'ютері / Аязбай А.Є., Конуркульжин Д.А., Орінбай А.А. - Вища школа Казахстану. - 2014. - 189 с.
2. Васьковська В.П. Механізм забезпечення права людини на безпеку/Васьковська В.П. - Київ, 2021 - 28 с.
3. Васьковська В.П. Поняття та характерні риси безпеки людини /Васьковська В.П., 2018 – 184 с.
4. Васьковська В.П. Проблеми визначення категорії «безпеки» та її роль у правознавстві /Васьковська В.П., 2021 – 62 с.
5. Васьковська В.П. Складові елементи поняття безпеки людини у структурі прав людини на безпеку /Васьковська В.П., 2018 – 140 с.
6. Галицький А. В. Захист інформації у мережі. Аналіз технологій та синтез рішень / Галицький О. В., Рябко С. Д., Шаньгін В. Ф., 2018. - 456 с.
7. Горбачов Г.М. Промислова електроніка: Підручник для вузів / Горбачов Г.М., Чаплігін Є.Є., 2020. - 320 с.
8. Довгий А. А. Проблеми правового регулювання охоронної діяльності податкових органів / Регіональні проблеми боротьби з економічною злочинністю. - Харків, 2021. - 209 с.
9. Казначеев В. Мікросхеми для керування електродвигунами. - Київ: Додека, 2013. - 288 с.
10. Калінін Г. Недержавна служба безпеки: поточний момент та перспективи / Служба безпеки. – 2021. – 19 с.
11. Камнев В.Н. Читання схем та креслень електроустановок. Львів. «Вища школа», 2021. – 144 с.