

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорушенко

“ 10 ” 01 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Дідуху Вадиму Анатолійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мікроконтролерна система керування радіорозетками

Керівник проекту (роботи) Лисенко С.М., д.т.н., проф.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 01.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 05.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження предметної області та постановка задачі

Проектування програмно-технічного засобу

Програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу

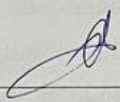


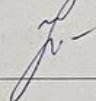
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Функціональна схема та основні компоненти мікроконтролерної системи керування радіорозетки

Електрична схема мікроконтролерної системи керування радіорозетки

Структурна схема мікроконтролерної системи керування радіорозетки

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КІСП		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КІСП		

7. Дата видачі завдання « 11 » 01 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	10.01.2023	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження придатної області та постановка задачі	01.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – проектування програмно-технічного засобу	01.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу	29.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	25.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	26.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент


Ініціали

В. А. Дідух
Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)


Ініціали

С. М. Лисенко
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерна система керування радіорозетками».

Автор роботи: Дідух Вадим Анатолійович.

Керівник роботи: Лисенко Сергій Миколайович.

Пояснювальна записка: 55 с., 11 рис., 2 табл., 3 дод., 53 джерела.

Графічна частина: 3 креслення.

МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА, СЕРЕДОВИЩЕ РОЗРОБКИ, АРХІТЕКТУРА, ARDUINO MINI PRO, ГОЛОСОВИЙ МОДУЛЬ, ТРАНСІВЕР, ПІДКЛЮЧЕННЯ.

Метою роботи розроблення мікроконтролерної системи керування радіорозетками.

Об'єктом дослідження є програмно-технічний (апаратний) засіб – мікроконтролерної системи керування радіорозетками.

Предметом дослідження є розробка та впровадження програмно-апаратного засобу, який забезпечує бездротове керування розетками за допомогою мікроконтролера..

Практичне значення мікроконтролерної системи керування радіорозетками є автоматизація та зручне управління підключеними електричними пристроями за допомогою мікроконтролера Arduino Mini Pro. Вона забезпечує зручність та ефективність управління електроприладами, зокрема дозволяє вимикати не використовувані пристрої для економії енергії, контролювати розетки віддалено або навіть налаштовувати графіки роботи підключених пристроїв.







Підпис студента

01.06.2023

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	6
1.1. Змістовний аналіз предметної області, її структурних та функціональних особливостей.....	6
1.2. Аналіз наявного програмно-апаратного забезпечення предметної області	11
1.3. Визначення вимог до системи автоматизації та розробка технічного завдання.....	17
1.4 Висновок	22
2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧОГО ЗАСОБУ	23
2.1 Огляд та вибір мікроконтролера і додаткових компонентів	23
2.2 Розробка апаратної схеми мікроконтролерної системи.....	30
2.3 Вибір середовища розробки для мікроконтролерної системи керування радіорозеток.....	35
2.4 Висновок	40
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧОГО ЗАСОБУ	41
3.1 Розробка програмного забезпечення для мікроконтролерної системи керування радіорозеток.....	41
3.2 Опис схем функціонування, електричної та принципової мікроконтролерної системи керування радіорозеток	47
3.3 Оптимізація, тестування та вдосконалення мікроконтролерної системи керування радіорозеток.....	53
3.4 Висновок	57
ВИСНОВОК	58
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

КвРКІ 190210.19.01.09 ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Дідух В.А.		
Перевір.		Лисенко С.М.		
Н.контр.		Лисенко С.М.		
Затвер.		Говорущенко Т.О.		01.06
			Мікроконтролерна система керування радіорозетками	Літера
			Пояснювальна записка	у
				Аркш
				Аркшів
				73
ХНУ КІ2-19-1				

ДОДАТОК А	68
Копія креслення «Функціональна схема та основні компоненти мцкроконтролерної системи керування радіорозетками»	68
ДОДАТОК Б	68
Копія креслення «Принципова схема мікроконтролерної системи керування радіорозетками».....	68
ДОДАТОК В	70
Копія креслення «Структурна схема мікроконтролерної системи керування радіорозетками».....	70

ВСТУП

У сучасному світі зростає значення автоматизації та використання інтелектуальних систем у різних галузях. Однією з таких галузей є керування радіорозетками, що використовує мікроконтролерні системи. Мікроконтролери стали важливими компонентами у розвитку систем автоматизації та вбудованих пристроїв, завдяки своїм малим розмірам, низькій вартості та широкому спектру можливостей. Технологічний прогрес набуває все більшого значення, мікроконтролерні системи стають невід'ємною складовою частиною багатьох інженерних проєктів. Їх потужність, компактність та низька енергоспоживання роблять їх незамінними для розробки ефективних та інтелектуальних систем керування.

Актуальність теми полягає у постійному зростанні популярності та потреби в управлінні різноманітними пристроями за допомогою радіорозеток. Такі системи дозволяють забезпечити зручність та енергоефективність використання побутових електроприладів, а також контролювати їх роботу з використанням сучасних технологій. Керування радіорозетками може бути застосоване вдома, в офісах, громадських приміщеннях та інших місцях, де потрібна гнучкість та дистанційне керування пристроями.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка мікроконтролерної системи керування радіорозетками, яка надасть зручність та ефективність в управлінні побутовими електроприладами. Для досягнення цієї мети передбачається виконання наступних завдань:

- аналіз сучасного стану технологій керування радіорозетками та огляд існуючих рішень;
- визначення вимог та функціональності мікроконтролерної системи керування радіорозетками;
- розробка архітектури та алгоритмів системи керування з використанням мікроконтролера;

					КвРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- реалізація програмного забезпечення та апаратної частини системи;
- проведення тестування, вдосконалення та оптимізації розробленої системи.

Вирішення поставлених завдань дозволить розробити ефективну та функціональну мікроконтролерну систему керування радіорозетками, яка забезпечить зручність, енергоефективність та безпеку у використанні побутових електроприладів. Результати цієї роботи можуть бути застосовані в різних галузях, включаючи побутову автоматизацію, офісні приміщення, громадські будівлі та інші сфери, де потрібне дистанційне керування електроприладами.

Керування радіорозетками відіграє важливу роль у побутовій автоматизації, де широкий спектр електроприладів вимагає зручного та надійного управління. Використання мікроконтролерів у системах керування радіорозетками дозволяє забезпечити не лише віддалений доступ до електроприладів, але й виконувати розклади роботи, налаштовувати режими роботи, а також здійснювати енергозбереження.

Окрім того, розробка мікроконтролерної системи керування радіорозетками має великий потенціал у галузі «розумного будинку» та «Інтернету речей». Це відкриває широкі перспективи для створення інтегрованих систем, які забезпечуватимуть автоматизоване керування не лише електроприладами, але й освітленням, опаленням, безпекою та багатьма іншими аспектами домашнього середовища. З огляду на зростаючі потреби суспільства в ефективному та зручному керуванні електроприладами, а також на широкі можливості мікроконтролерних систем, розробка мікроконтролерної системи керування радіорозетками має велику актуальність та перспективи.

У наступних розділах кваліфікаційної роботи будуть детально розглянуті кроки розробки та реалізації мікроконтролерної системи керування радіорозетками. Дослідження в цій області сприятиме подальшому розвитку автоматизації та удосконаленню сучасних систем керування електроприладами.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1. Змістовний аналіз предметної області, її структурних та функціональних особливостей

Радіокеровані розетки з'явилися в результаті винаходу радіо на початку 20 століття. Цей винахід відкрив нові можливості бездротового зв'язку шляхом моделювання електромагнітних хвиль, які можуть поширюватися у відкритому просторі. Перші моделі радіокерованих розеток з'явилися в 60-х роках минулого століття, але вони були великі, складні в експлуатації та дорогі [1]. З розвитком технологій і зменшенням розмірів електронних компонентів вдалося створити більш компактні, доступні та легкі у використанні радіокеровані розетки. Вони стали невід'ємною частиною побутової техніки і дозволяють зручно й ефективно керувати підключеними до них пристроями, незалежно від їх розташування в приміщенні. Крім того, використання радіокерованих розеток зменшило ризики поломки або пошкодження приладів.

Одні з головних переваг радіокерованих розеток полягають у їх простоті та зручності в експлуатації. Завдяки бездротовій технології, встановлення радіокерованих розеток стає швидким і простим процесом, не потребує проводів або складних кріплень. Крім того, ці розетки можуть керувати підключеними пристроями на відстані кількох метрів. Це дає можливість зручно управляти приладами, які можуть бути віддаленими або важкодоступними для прямого керування.

Радіокеровані розетки мають ще одну важливу перевагу – економічність. Їх можна вимикати, коли підключене обладнання закінчує свою роботу, що дозволяє зменшити споживання електроенергії. Це приводить до економії електроенергії та зниження витрат на комунальні послуги.

					КвРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хоча радіокеровані розеткові системи з мікроконтролерами мають свої недоліки, як будь-яка інша технологія, вони все ж знаходять широке застосування в автоматизації будинків та підвищенні енергоефективності. Один з недоліків полягає у вразливості деяких систем до злому, що може ставити під загрозу конфіденційні дані або безпеку домашніх мереж. Деякі системи також можуть споживати більше енергії порівняно зі стандартними вимикачами та розетками. Проте, незважаючи на ці недоліки, все більше людей по всьому світу використовують ці розетки для автоматизації своїх житлових приміщень, особливо це корисно для осіб з обмеженими можливостями, які мають труднощі з фізичним доступом до вимикачів та розеток.

Використання мікроконтролерних систем для бездротового керування розетками є відмінним прикладом технології «Інтернету речей» [2], яка сприяє підвищенню комфорту та енергоефективності в домі. Однак, важливо зазначити, що при використанні нових технологій необхідно забезпечувати безпеку і простоту використання для всіх користувачів.

У системі керування хостом Arduino ключовою складовою є бездротовий модуль. На ринку доступні різноманітні бездротові модулі, які можна використовувати у таких системах.

Бездротовий модуль nRF24L01 [3], що працює на частоті 2,4 ГГц, може передавати дані на відстань до 100 метрів на відкритому просторі. Крім того, цей модуль є компактним і енергоефективним. Проте, варто відзначити, що він не забезпечує найвищу швидкість передачі даних і може бути схильним до перешкод, оскільки використовує ту саму частоту в області можливих перешкод.

Ще одним варіантом є використання модулів ESP8266[4] або їх еволюції – ESP32. Ці модулі працюють за допомогою протоколу Wi-Fi і володіють високою швидкістю передачі даних. Вони також мають багато додаткових функцій, включаючи шифрування та підтримку різних протоколів зв'язку. Варто відзначити, що використання модулів ESP8266 і ESP32 може бути пов'язане з

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більшою вартістю та вищим рівнем енергоспоживання порівняно з модулем nRF24L01.

Помимо бездротових модулів, для керування розетками можна використовувати різні типи реле, такі як механічні реле, твердотільні реле та реле на основі транзисторів. Кожен з цих типів реле має свої переваги і недоліки, які варто враховувати залежно від вимог і особливостей проєкту.

При виборі компонентів для бездротової системи керування розетками на базі мікроконтролера Arduino, важливо враховувати ряд вимог, таких як діапазон передачі даних, швидкість передачі та енергоспоживання. Крім того, необхідно звернути увагу на технічні характеристики реле і їх відповідність конкретним вимогам проєкту. Існує декілька основних технологій бездротового керування, які використовуються в пристроях для керування виходом.

Інфрачервоний - це технологія, яка використовує інфрачервоне світло для передачі сигналів управління. Інфрачервоні-інтерфейси [5] широко застосовуються в побутовій техніці, такій як телевізори, кондиціонери та аудіопристрої. Однак, для використання Інфрачервоного-інтерфейсу необхідно мати пряму видимість між передавачем і приймачем, що може бути незручним для виконання завдань, які потребують керування з віддаленого місця, наприклад, управління розеткою з іншої кімнати або будівлі.

Радіочастотний інтерфейс є технологією, яка використовує радіохвилі для передачі сигналів управління. Він працює у широкому діапазоні частот і може забезпечувати зв'язок на відстані від декількох метрів до кількох кілометрів, залежно від використовуваних частот, потужності передавача та наявності перешкод. Радіочастотні інтерфейси широко застосовуються в різних галузях, включаючи автомобільну промисловість, телекомунікації та побутову електроніку.

Bluetooth є технологією бездротового зв'язку, яка використовує радіохвилі на частоті 2,4 ГГц для передачі даних на невеликі відстані, зазвичай до 10 метрів [6]. Вона широко використовується в різних пристроях, таких як смартфони,

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гарнітури і клавіатури. Bluetooth Low Energy є розширенням цієї технології, яке дозволяє керувати малопотужними пристроями і використовувати їх для управління електричними розетками [7]. Це дозволяє пристроям працювати тривалий час від однієї батареї.

Wi-Fi – це бездротова технологія зв'язку, яка використовує радіохвилі на частотах 2,4 ГГц або 5 ГГц для передачі даних на значні відстані. Вона здатна досягати високих швидкостей передачі даних, навіть у декілька гігабітів на секунду. Wi-Fi широко застосовується в побутових та комерційних середовищах для з'єднання пристроїв з мережею Інтернет, спільного використання даних і бездротового керування.

Можна пояснити алгоритм управління роз'ємом в мікроконтролерній системі на Arduino кількома способами, такими як:

- при включенні пристрою, мікроконтролер ініціалізує та конфігурує його параметри, такі як швидкість передачі даних та частота мікроконтролера;
- після цього пристрій підключається до Wi-Fi мережі за допомогою модуля Wi-Fi та встановлює з'єднання з сервером;
- після підключення пристрій очікує команди від сервера, яка містить інформацію про увімкнення або вимкнення розетки;
- отримавши команду, мікроконтролер аналізує її та виконує відповідну дію, вмикаючи або вимикаючи обраний роз'єм;
- після виконання команди, мікроконтролер надсилає відповідь на сервер, що містить інформацію про успішне виконання команди або помилку.

Управління розеткою на Arduino за допомогою бездротової мережі базується на простому алгоритмі, де команди передаються через мережу й обробляються мікроконтролером [8]. Цей простий алгоритм забезпечує зручне дистанційне керування пристроями. Але для складніших систем управління розетками можуть використовуватися більш складні алгоритми.

Процес розробки бездротового пристрою для управління розетками починається зі з'ясування вимог до пристрою, включаючи функціональні,

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічні, дизайнерські та інші параметри. Наступним кроком є вибір платформи для реалізації проєкту, а якщо вибрана Arduino, то потрібно підібрати відповідний мікроконтролер і додаткові компоненти, необхідні для реалізації потрібного функціоналу пристрою.

Після вибору платформи та компонентів настає етап написання програмного коду та створення електричної схеми. При розробці програмного коду необхідно уважно врахувати характеристики обраної радіоуправління технології і забезпечити захист від можливих помилок і перевантажень.

Після завершення проєктування, наступним етапом є тестування пристрою. Під час випробування необхідно перевірити як загальну придатність пристрою, так і правильність роботи окремих компонентів та блоків управління. Крім того, важливо провести тестування пристрою в різних умовах експлуатації, таких як зміна температури, вологості та інших параметрів.

При завершенні тестування, необхідно провести оптимізацію роботи обладнання та виправити будь-які виявлені несправності. Окрім цього, важливо забезпечити довговічність, надійність та безпеку обладнання.

Мікроконтролери є компактними комп'ютерами, що містяться на одній мікросхемі і виконують специфічні програми. Вони застосовуються для автоматизації різних процесів та керування обладнанням в різних галузях, включаючи автомобілебудування, промислову електроніку, робототехніку та медичне обладнання.

Arduino – це відкрита платформа, що дозволяє створювати електронні пристрої на базі мікроконтролерів [9]. Завдяки простій мові програмування та широкому вибору датчиків і модулів, Arduino часто використовується для прототипування і реалізації різноманітних проєктів, включаючи розробку бездротових пристроїв управління розетками.

Використання мікроконтролерів та Arduino для керування бездротовими розетками з численними перевагами, зокрема гнучкістю, простотою, доступністю та наявністю великої спільноти користувачів [10]. Завдяки Arduino можна

створювати пристрої з різними функціями та легко підключати різноманітні датчики та модулі. Програмування на Arduino використовує просту мову, що робить його доступним навіть для початківців. Оскільки Arduino є відкритою платформою, компоненти та модулі доступні за помірними цінами. Крім того, наявність великої спільноти користувачів дозволяє обмінюватися досвідом і знаннями, що сприяє полегшенню процесу розробки та використанню Arduino.

Однак, при використанні мікроконтролера або Arduino для керування бездротовою розеткою важливо враховувати можливі технічні обмеження, такі як продуктивність мікроконтролера, обсяг пам'яті, потужність пристрою і аспекти безпеки. Тому перед реалізацією проєкту необхідно провести ретельне планування і тестування, щоб впевнитись у правильному функціонуванні та надійності системи.

Arduino – це відкрита програмно-апаратна платформа, яка базується на мікроконтролерах Atmel AVR [11]. Вона надає зручну та просту у використанні платформу для швидкого створення прототипів та розробки різноманітних проєктів, включаючи бездротові пристрої для керування розетками.

На заключення варто зазначити, що використання мікроконтролерів і Arduino для реалізації бездротових пристроїв управління розетками відкриває безліч можливостей для автоматизації та зручного керування побутовою технікою. Завдяки певним параметрам, які зазначенні вище, Arduino стає потужним інструментом для реалізації творчих проєктів і втілення ідей у реальність. При розробці таких пристроїв важливо враховувати технічні обмеження, забезпечувати безпеку та проводити ретельне тестування, щоб забезпечити надійність та ефективність роботи пристрою. Це дозволить створити інноваційні рішення, що спрощують повсякденне життя і забезпечують більш зручний контроль над підключеними пристроями.

					КвРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Аналіз наявного програмно-апаратного забезпечення предметної області

Під час аналізу апаратного та програмного забезпечення в галузі бездротового керування розетками на платформі Arduino, слід звернути увагу на існуючі програмні рішення [12]. Визначення критеріїв вибору таких рішень є першим кроком у процесі аналізу, де враховуються функціональність, простота використання та детальна документація. Далі варто розглянути доступні бібліотеки для управління бездротовими розетками на Arduino, які можуть надавати різні рівні функціональності. Після вибору бібліотек слід розглянути програмні рішення, що використовують ці бібліотеки, які можуть бути як безкоштовними, так і комерційними. Для визначення найкращого програмного рішення слід провести порівняльний аналіз, де враховуються різні параметри, включаючи функціональність, простоту використання, надійність і вартість. Наступним кроком буде тестування обраного програмного рішення, яке дозволить перевірити його продуктивність, надійність та виявити можливі проблеми чи недоліки.

На платформі Arduino також доступно багато апаратних рішень для керування радіоприймачами. Деякі з цих рішень мають відкритий вихідний код, що дозволяє користувачам створювати власні пристрої на основі цих рішень.

Серед апаратних рішень для бездротового керування на платформі Arduino, особливо популярними є модуль радіозв'язку nRF24L01+ і модуль RF433 МГц. Модуль nRF24L01+ відзначається компактними розмірами, низьким споживанням енергії та широким діапазоном передачі сигналу. З іншого боку, модуль RF433 МГц має більший діапазон передачі, але вимагає більше енергії для роботи. Обидва модулі дозволяють передавати дані між Arduino та радіоприймачами і знаходять широке застосування у бездротових проєктах.

У платформі Arduino також доступні готові модулі керування розетками, наприклад модуль Smart Power Socket [13]. Цей модуль дозволяє здійснювати

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керування підключеним обладнанням через Wi-Fi мережу або за допомогою мобільного додатка. Він також має вбудований механізм захисту від перевантаження, що дозволяє забезпечити безпеку під час використання. Ці готові модулі значно спрощують процес розробки та реалізації проєктів управління розетками на базі Arduino.

Крім того, у платформі Arduino існує широкий вибір апаратних рішень для бездротового керування розетками, які дозволяють використовувати різноманітні датчики, дисплеї та інші модулі [14]. Ці рішення дозволяють створювати пристрої з різними функціями та можливостями, розширюючи функціональність управління розетками. Використання цих апаратних рішень дозволяє створювати більш гнучкі та інноваційні пристрої, які відповідають потребам конкретних проєктів.

Проведення порівняльного аналізу програмних та апаратних рішень для керування радіорозетками з використанням Arduino дозволяє виявити їх переваги та обмеження. Програмні рішення зазвичай базуються на використанні бібліотек, які спрощують керування радіорозетками через Arduino IDE. Вони відзначаються простотою використання та легким налаштуванням, але не завжди забезпечують повний набір функціональних можливостей. Однак для ефективного використання програмних рішень потрібен певний рівень знань і навичок у програмуванні.

У свою чергу, апаратні рішення надають більш широкі можливості для керування радіорозетками на рівні апаратури. Наприклад, за допомогою спеціалізованих модулів, які підтримують бездротовий зв'язок, можна досягти більшої стабільності і дальності передачі сигналу [15]. Однак використання апаратних рішень може вимагати більшої складності в плані підключення та налаштування, а також більших зусиль для розробки власних пристроїв.

Проведений порівняльний аналіз допомагає зрозуміти, яке рішення краще відповідає конкретним потребам та обмеженням проєкту, враховуючи функціональні вимоги, складність реалізації і наявні ресурси.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З іншого боку, апаратні рішення доступні на комерційній основі і представляють собою готові модулі, які можна підключити до Arduino для бездротового керування розетками [16]. Ці рішення часто володіють розширеними функціональними можливостями, такими як одночасне керування декількома розетками або регулювання потужності. Одне з головних переваг використання апаратних рішень полягає в тому, що вони не вимагають такого ж рівня знань і навичок програмування, що і програмні рішення.

Такі апаратні рішення зазвичай пропонуються вже готовими комплектами, що спрощує їх інтеграцію та використання. Вони можуть мати зручний інтерфейс користувача, що дозволяє легко налаштувати параметри керування та виконувати різноманітні операції. Завдяки цим готовим апаратним рішенням, навіть користувачі з обмеженим досвідом можуть швидко і зручно створювати бездротові розетки на базі Arduino з розширеними можливостями.

В загальному, вибір між програмними та апаратними рішеннями залежить від індивідуальних потреб користувача. Якщо вам потрібно просте рішення для керування однією або кількома розетками, програмне рішення може бути достатнім. Воно забезпечує простоту використання та конфігурування, ідеально підходить для початківців і тих, хто не має глибоких знань у програмуванні. З іншого боку, якщо вам потрібен більш складний контроль і розширені можливості, апаратне рішення може стати перевагою. Воно забезпечує більшу функціональність і готові модулі для швидкої і простої інтеграції з платформою Arduino. Остаточний вибір залежить від конкретних потреб і рівня знань та досвіду в програмуванні та апаратних рішеннях.

Аналіз можливостей інтеграції з іншими пристроями та системами є важливим для оцінки готовності системи до реального використання та її придатності у різних сферах. У випадку бездротової системи керування розетками, побудованої на базі мікроконтролера Arduino, інтеграція може включати наступні аспекти.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз можливостей інтеграції з іншими пристроями домашньої автоматизації, такими як датчики температури, руху та освітлення, є важливим для створення інтегрованої системи керування, яка може автоматично реагувати на зміну умов у приміщенні [17]. Це означає, що бездротова система керування розетками на базі мікроконтролера Arduino може взаємодіяти з іншими пристроями домашньої автоматизації для створення розумного середовища з автоматичним регулюванням освітлення, температури та інших параметрів залежно від умов.

Аналіз можливостей інтеграції з хмарними сервісами, такими як Google Home, Amazon Alexa і Apple HomeKit, є важливим аспектом для бездротової системи керування розетками на базі мікроконтролера Arduino [18]. Ця інтеграція дозволяє користувачам керувати розетками з будь-якої точки світу за допомогою мобільних додатків і голосових помічників. Завдяки цьому, користувачі можуть зручно включати та вимикати підключені пристрої, регулювати їх режими та використовувати інші функції керування через інтерфейси відомих хмарних сервісів.

Аналіз можливостей інтеграції з існуючими системами управління енергоспоживанням, такими як розумні лічильники та системи енергомоніторингу, є важливим кроком в розвитку бездротової системи керування розетками на базі мікроконтролера Arduino [19]. Ця інтеграція дозволяє оптимізувати споживання енергії та знизити витрати на рахунки за електроенергію. Шляхом збирання та аналізу даних з розумних лічильників та систем енергомоніторингу, система керування може автоматично регулювати роботу підключених пристроїв, мінімізувати надлишкове енергоспоживання та заощаджувати гроші на рахунках за електроенергію.

Аналіз можливостей інтеграції з системами безпеки, такими як системи відеоспостереження та дверні датчики, є важливим аспектом в розвитку бездротової системи керування розетками на базі мікроконтролера Arduino [20]. Інтеграція з системами безпеки дозволяє створити систему домашньої безпеки,

яка сприяє виявленню присутності людей та автоматично вмикає та вимикає розетки. За допомогою відеоспостереження та дверних датчиків, система може реагувати на рух та входження в приміщення, активуючи відповідні розетки. Це не лише забезпечує комфорт та енергоефективність, але й сприяє підвищенню рівня безпеки в домашньому середовищі.

Інтеграція бездротової системи управління розетками з іншими пристроями і системами, які використовують мікроконтролери Arduino, розширює можливості і застосування такої системи [21]. Це дозволяє зробити керування розетками більш зручним і ефективним, оскільки можна використовувати різноманітні функції та автоматизувати їх роботу. Інтеграція з іншими пристроями, такими як системи безпеки, системи домашньої автоматизації, хмарні сервіси та системи управління енергоспоживанням, сприяє забезпеченню зручного та інтелектуального управління розетками, що приносить користі у різних сферах застосування.

У процесі проектування системи радіоуправління використовуючи мікроконтролер Arduino, важливо враховувати потенціал для модернізації та розширення системи.

У процесі розширення системи радіоуправління з використанням мікроконтролера Arduino, можна розглядати кілька можливих варіантів. Один з таких варіантів - додавання додаткових каналів керування для контролю більшої кількості виходів. Це може бути здійснено за допомогою модулів розширення, таких як модулі розширення портів Arduino або модулі розширення шини I2C. Крім того, можна додати різні датчики, наприклад, датчики температури і вологості, щоб автоматизувати контроль над показниками в приміщенні. Іншим важливим варіантом розширення є використання бездротових технологій зв'язку, таких як Wi-Fi і Bluetooth, для забезпечення можливості дистанційного керування через мобільний додаток або веб-інтерфейс.

Також варто враховувати можливість модифікації системного програмного забезпечення, щоб додати нові функції або виправити помилки в наявних

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

функціях [22]. Для цього доступні різні інструменти розробки та налагодження програмного забезпечення, такі як Arduino IDE або налагоджувальні плати. Ці інструменти надають можливість вносити зміни до вихідного коду системи, а також виконувати відлагодження для виявлення та виправлення помилок. Таким чином, забезпечується гнучкість та можливість розширення функціональності системи радіоуправління з використанням Arduino.

Враховання можливостей покращення та розширення системи радіоуправління з використанням мікроконтролера-хоста Arduino є критичним для забезпечення більшої гнучкості та функціональності системи у майбутньому. Цей аналіз дозволяє виявити потенційні шляхи вдосконалення, додавання нових функцій і розширення можливостей системи. В результаті цього процесу можна досягти більшої адаптивності системи до змінних потреб та вимог, що забезпечить успішне використання системи на протязі тривалого часу.

1.3. Визначення вимог до системи автоматизації та розробка технічного завдання

У процесі проєктування системи керування бездротовою розеткою на основі Arduino Mini Pro варто враховувати різноманітні функціональні вимоги, які можуть вплинути на її архітектуру та можливості [23]. До таких вимог можуть належати:

- можливість керувати декількома радіорозетками з одного пристрою, наприклад, пульта дистанційного керування або мобільного додатка;
- індивідуальне керування кожною розеткою, включаючи можливість ввімкнення та вимкнення підключених пристроїв;
- підтримка різних методів керування, таких як пульт дистанційного керування, мобільний додаток та голосове керування;
- можливість налаштування та автоматичного ввімкнення/вимкнення розеток згідно з заданим розкладом;

- забезпечення надійного та безпечного передавання сигналів керування через радіоканал;
- відображення стану кожної розетки, наприклад, її ввімкнення або вимкнення;
- простий і зручний інтерфейс для конфігурації та управління системою, який може бути доступний через Arduino IDE або мобільний додаток;
- можливість розширення функціональності шляхом підключення додаткових модулів, таких як датчики навколишнього середовища або камери спостереження;
- ефективне управління енергоспоживанням, наприклад, автоматичне вимкнення підключених пристроїв для енергозбереження;
- простота використання системи, навіть для користувачів без попереднього досвіду в програмуванні або електроніці;
- можливість інтеграції з іншими системами керування, включаючи системи «розумного будинку», за допомогою різноманітних протоколів зв'язку;
- можливість збереження налаштувань та розкладів навіть після вимкнення системи або втрати зв'язку з пристроєм керування;
- інтуїтивний і простий інтерфейс керування системою, що підходить для користувачів з різним рівнем досвіду;
- відкритий та масштабований підхід до системи, який дозволяє користувачам створювати власні функції та налаштування, використовуючи платформу Arduino.

Нефункціональні вимоги є так само важливими, як і функціональні, тому їх не можна ігнорувати під час розробки будь-якої системи [24].

Потрібно мати на увазі, що кожна система має свої вимоги, які відрізняються залежно від контексту та потреб користувачів. Вимоги можуть бути різними для різних проєктів, але деякі з них є загальними для більшості систем.

Для досягнення безпеки в системі управління розетками, можна використовувати захист від несанкціонованого доступу, такі як паролі,

шифрування даних, обмеження прав доступу тощо. Також важливо розробляти систему з урахуванням принципів безпеки, таких як принцип найменшого доступу.

Щодо надійності, система повинна мати вбудований механізм контролю помилок та моніторингу стану системи [25]. Також важливо планувати та проводити регулярні тести на здатність системи до працездатності, щоб виявляти можливі помилки та недоліки.

Для забезпечення продуктивності системи, можна використовувати швидкі та ефективні алгоритми, а також оптимізувати роботу системи в цілому [26]. Для досягнення інтероперабельності, система повинна використовувати стандарти та протоколи зв'язку, які використовуються в інших системах, або мати можливість взаємодіяти з ними через API.

Щоб забезпечити масштабованість системи, важливо враховувати можливість підключення додаткових модулів та пристроїв. Для забезпечення ремонтпридатності, система повинна мати легку доступність до документації та ресурсів, які допоможуть в обслуговуванні та ремонті. Це може включати документацію зі схемами, поясненнями роботи системи, довідниками з усунення неполадок та рекомендаціями з підтримки.

Для забезпечення доступності системи для людей з обмеженими можливостями, важливо враховувати стандарти доступності. Це може включати використання висококонтрастних кольорів, зручного шрифту, підтримку синтезу мови, відповідність стандартам універсального доступу та інші заходи.

Енергоефективність системи може бути досягнута шляхом використання енергозберігаючих компонентів, регулювання режимів споживання енергії та управління енергетичними ресурсами системи [27].

Простота використання системи може бути досягнута шляхом розробки інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача, використання зрозумілих піктограм, логічного розташування елементів керування та забезпечення легкого доступу до основних функцій [28].

Стійкість до зовнішніх впливів, таких як шум, електромагнітне випромінювання, коливання напруги, вологість і температура, може бути досягнута шляхом використання відповідних компонентів, що відповідають стандартам стійкості до зовнішніх впливів, а також захисних оболонок та фільтрів.

Відповідність стандартам є важливим аспектом системи, оскільки це забезпечує відповідність правилам та нормативам, що регулюють відповідну галузь або країну. Наприклад, система повинна відповідати стандартам безпеки електричних пристроїв, електромагнітної сумісності, стандартам безпеки передачі даних тощо.

Розширюваність системи дозволяє легко додавати нову функціональність або підключати додаткові модулі та пристрої [29]. Це може включати розробку роз'ємів або інтерфейсів для зручного підключення нових компонентів.

Портативність системи означає, що вона може працювати на різних платформах і бути легко переносною [30]. Наприклад, система може підтримувати роботу на різних операційних системах або мати мобільний додаток для керування через смартфон або планшет.

Сумісність з існуючою інфраструктурою дозволяє системі інтегруватися з існуючими системами управління або мережами. Наприклад, система може підтримувати стандартні протоколи зв'язку або мати можливість підключення до хмарних сервісів.

Наявність документації для користувачів допомагає зрозуміти принципи роботи системи, навчитися користуватися нею та вирішувати потенційні проблеми. Це може включати розробку інструкції для користувача, онлайн-курсів, відеоінструкцій та форумів, де користувачі можуть обмінюватися досвідом та отримувати підтримку.

Простота розгортання системи означає, що вона легко встановлюється і готова до використання за короткий проміжок часу. Це може включати зручну

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установку програмного забезпечення, автоматичне налаштування системи та інші заходи для спрощення процесу розгортання.

Мобільність системи дозволяє дистанційно керувати бездротовими розетками та обладнанням за допомогою мобільних пристроїв, таких як смартфони та планшети [31]. Це може включати розробку спеціального додатку для мобільних пристроїв, який забезпечує зручний та зрозумілий інтерфейс для керування.

Безпека системи є важливим аспектом і повинна враховувати вимоги безпеки передачі даних, стійкість до несанкціонованого втручання та захист від несанкціонованого доступу. Це може включати використання шифрування даних, аутентифікацію користувачів, відповідність стандартам безпеки та інші заходи для забезпечення безпеки системи.

Ергономічність системи означає, що вона зручна для користувача та забезпечує комфортну та безпечну експлуатацію електрообладнання [32]. Це може включати розміщення елементів керування для зручного доступу, використання захисних кришок та роз'ємів, а також врахування людських факторів та фізіологічних особливостей користувачів.

Багатомовність системи означає, що вона доступна для користувачів з різними мовами та забезпечує локалізацію та переклад інтерфейсу системи різними мовами [33]. Це дозволяє користувачам вибирати мову, з якої вони найбільш зручно користуватися системою, і забезпечує їм зрозумілу та комфортну взаємодію з нею.

Усі ці нефункціональні вимоги до бездротової системи управління розетками на базі Arduino Pro Mini спрямовані на забезпечення безпеки, надійності, продуктивності, інтероперабельності, масштабованості, ремонтпридатності, доступності, енергоефективності, простоти використання, стійкості до зовнішніх впливів, відповідності стандартам, розширюваності, портативності, сумісності з існуючою інфраструктурою, наявності документації та посібників для користувачів, простоти розгортання, мобільності, безпеки,

ергономічності та багатомовності [24]. Виконання цих вимог допоможе створити функціональну, безпечну та зручну систему управління розетками на основі Arduino Pro Mini.

Оцінка вартості та тривалості розробки є значущим етапом у розвитку будь-якого проєкту. Це дозволяє визначити необхідний бюджет для проєкту та оцінити час, потрібний для його завершення.

Для визначення вартості та тривалості розробки необхідно аналізувати обсяг робіт, необхідних для успішного завершення проєкту, а також оцінювати витрати на необхідні ресурси. В дані витрати можуть входити:

- вартість компонентів;
- вартість обладнання;
- вартість стороннього підрядника;
- витрати на розробника;
- витрати на тестування та налагодження.

Слід також мати на увазі, що певні фактори, такі як зміни у вимогах замовника або технічні проблеми, можуть вплинути на час і вартість розробки.

Додатковою вимогою до системи автоматизації може бути забезпечення масштабованості [34]. Це означає, що система повинна бути готовою до збільшення обсягу роботи або розширення функціональності без значних змін у її архітектурі або розробці з нуля.

У вимогах до системи автоматизації також може бути вимога до стійкості до зовнішніх впливів. Це означає, що система повинна бути стійкою до негативних впливів навколишнього середовища, таких як вологість, пил, вібрації або екстремальні температури. Забезпечення стійкості до зовнішніх впливів може вимагати застосування додаткових заходів захисту, наприклад, герметизації або використання спеціальних матеріалів.

1.4 Висновок

Досліджувана область включає системи керування радіорозетками за допомогою мікроконтролерів. Головною задачею є розробка ефективної системи, яка дозволяє бездротове керування електричними пристроями, підключеними до радіорозеток. Це може бути досягнуто за допомогою мікроконтролерів, які комунікують з радіорозетками та забезпечують керування їх роботою через бездротовий сигнал. Такі системи можуть включати функції автоматизації, програмування таймерів, дистанційного керування та інші. Дослідження в цій області спрямовані на розробку ефективних протоколів комунікації, оптимізацію споживання енергії та розробку зручних інтерфейсів керування для користувачів. Коротко кажучи, ці дослідження спрямовані на поліпшення контролю за електричними пристроями за допомогою радіорозеток та забезпечення зручності та енергоефективності в їх керуванні.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧОГО ЗАСОБУ

2.1 Огляд та вибір мікроконтролера і додаткових компонентів

У процесі огляду мікроконтролерів для системи керованих радіорозеток, потрібно розглядати різні типи мікроконтролерів, їх особливості та можливості. Даний огляд повинен допомогти визначитись з найбільш підходящим мікроконтролером для нашого кваліфікаційної роботи.

Для реалізації системи керованих радіорозеток можна використовувати різні типи мікроконтролерів, зокрема, ATmega328P, ATmega32U4, ESP8266, ESP32, STM32F103C8T6, PIC18F4550 та багато інших. Кожен з цих мікроконтролерів має свої особливості та можливості, тому потрібно як слід враховувати при виборі мікроконтролера для даного проєкта.

До прикладу, ATmega328P є досить популярним мікроконтролером, який часто використовується для різних проєктів, включаючи проєкти з Arduino [35]. Він має достатньо потужні обчислювальні можливості, низьку вартість та доступність, що робить його привабливим варіантом для багатьох розробників.

ESP8266 та ESP32 є мікроконтролерами, які підтримують Wi-Fi з'єднання, що дозволяє забезпечити безпроводовий зв'язок з системою керованих радіорозеток [36]. Вони також мають достатньо потужні обчислювальні можливості та широкі можливості програмування.

Кожен мікроконтролер має свої переваги та обмеження, і вибір конкретного мікроконтролера залежить від потреб проєкту, бюджету, часу розробки та інших факторів. Після аналізу різних типів мікроконтролерів та їх характеристик було прийняте рішення використовувати Arduino Mini Pro для реалізації системи керованих радіорозеток. Arduino Mini Pro є компактною версією платформи Arduino і базується на мікроконтролері ATmega32U4. Основні характеристики Arduino Mini Pro показано в таблиці 2.1.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Основні характеристики Arduino Mini Pro

Характеристики	Опис
Мікроконтролер	ATmega32U4
Розмір	Компактний
Вхідні, вихідні піни	14 цифрових, 6 з яких можуть бути використані як PWM піни
Аналогові піни	8
Швидкість процесора	16 МГц
Інтерфейси	USB, UART(серійний), I2C(TWI), SPI
Живлення	3,3 – 5 В
Сумісність з Arduino	Повна сумісність з Arduino IDE та бібліотеками

Опираючись на дані таблиці 2.1 Arduino Mini Pro є ідеальним вибором для дипломного проєкта, де обмежений простір є ключовим фактором, але якщо потрібна потужність та можливість розширення тоді обираємо іншу модель плати. Завдяки своїй компактності та зручному інтерфейсу Arduino, цей мікроконтролер дозволяє легко програмувати та керувати системою керованих радіорозеток.

Arduino Mini Pro – це компактна платформа, яка має прямокутну форму і розміри порядку кількох сантиметрів на кожному боці [37]. Вона складається з двох основних компонентів: плати мікроконтролера і набору з'єднувальних контактів.

На платі розташовані мікросхеми та компоненти, включаючи мікроконтролер ATmega32U4 [38]. Також на ній можуть бути розташовані додаткові елементи, такі як світлодіоди або кнопки, в залежності від конкретної версії Arduino Mini Pro.

Набір з'єднувальних контактів складається з рядів малих металевих контактів, які використовуються для підключення плати до зовнішніх пристроїв,

модулів та сенсорів. Ці контакти розташовані по краях плати і мають певний розмір та проміжок між ними.

У загальному, Arduino Mini Pro має компактний і простий дизайн, що дозволяє зручно використовувати його в різних проєктах, особливо коли обмежений простір є важливим фактором показано на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Плата Arduino Mini Pro[39]

Arduino Mini Pro має різні виводи, які можуть бути використані для різних цілей у мікроконтролерній системі керованих радіорозеток [40]. Основні піни, які будуть використовуватись Digital I/O Pins, Analog Input Pins, Power Pins, Serial Communication, інтерфейс SPI.

Arduino Mini Pro має 14 цифрових виводів, позначених від D0 до D13, які можна використовувати як вхідні або вихідні. Ці виводи можна використовувати для підключення та взаємодії з різними зовнішніми пристроями, такими як датчики та перемикачі. Вони також можуть використовуватися для керування виходом цифрових сигналів, наприклад, для керування світлодіодами, реле або іншими електронними пристроями. Ці виводи можна використовувати для зчитування стану вхідних сигналів або для надсилання цифрових сигналів на зовнішні пристрої.

Arduino Mini Pro має вісім виводів від A0 до A7 для аналогових входів. Ці виводи використовуються для зчитування значень аналогових сигналів з датчиків, таких як датчики температури та освітленості. На дисплеї відображається числове значення, що представляє інтенсивність або рівень аналогового сигналу. Завдяки

цим контактам можна використовувати систему радіорозетки для вимірювання та контролю аналогових параметрів даної кваліфікаційного проєкта.

Виводи живлення на Arduino Mini Pro використовуються для подачі напруги живлення і заземлення. Вони включають вивід VCC (зазвичай 3,3 В або 5 В), який використовується для подачі живлення, і вивід GND, який використовується для заземлення. Ці виводи забезпечують живлення плати мікроконтролера і гарантують, що всі компоненти, підключені до Arduino Mini Pro, функціонують належним чином.

Виводи TX і RX на Arduino Mini Pro використовуються для послідовного зв'язку з іншими пристроями і модулями, які використовують протокол UART (Universal Asynchronous Transceiver). Ці виводи можна використовувати для підключення Arduino Mini Pro до комп'ютера, Bluetooth-модуля або іншого пристрою, який підтримує послідовний зв'язок.

Arduino Mini Pro має виводи SCK, MISO, MOSI і SS, які використовуються для зв'язку з іншими пристроями за допомогою послідовного периферійного інтерфейсу (SPI). Цей інтерфейс дозволяє передавати дані між Arduino Mini Pro та іншими пристроями, такими як дисплеї, SD-карти, датчики тощо. Вивід SCK (Serial Clock) використовується для синхронізації передачі даних, вивід MISO (Master In Slave Out) приймає дані від підключених пристроїв, вивід MOSI (Master Out Slave In) відправляє дані на ці пристрої, а вивід SS (Slave Select) використовується для вибору конкретних пристроїв для зв'язку по мережі SPI. Завдяки цьому інтерфейсу Arduino Mini Pro може легко контактувати з різними пристроями і виконувати різні завдання в керованій системі радіороз'ємів.

Дані виводи надають широкі можливості для підключення та керування зовнішніми пристроями у мікроконтролерній системі керованих радіорозеток. Можна призначити їх для різних функцій залежно від потреб і вимог проєкта.

Після вибору Arduino Mini Pro для реалізації системи керованих радіорозеток необхідно обрати компоненти, які потрібні для подальшої роботи проєкта. З великого вибору та багатьох варіантів було обрано дані варіанти:

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контролер Voice Module;
- резистори;
- світлодіоди;
- трансівер;
- розетка радіокерування.

Обрані компоненти допоможуть реалізувати потрібні функції та забезпечити взаємодію між Arduino Mini Pro та радіорозетками для ефективного керування.

У таблиці 2.2 детально описано додаткові компоненти для мікроконтролерної системи керування радіорозеток.

Таблиця 2.2 – Додаткові модулі

Позначення	Тип	Номинал	Кількість
Voice Module	Контролер	Voice Recognition Module V2	1
R1-R3	Резистор	220 Ом	3
HL1	Світлодіод	Червоний	1
HL2	Світлодіод	Жовтий	1
HL3	Світлодіод	Зелений	1
RF	Трансівер	FS1000A	1
	Розетка радіокерування	UNIEL	4

Дані компоненти будуть використовуватися для реалізації системи керування радіорозеток з використанням Arduino Mini Pro. Голосовий модуль, що підтримує розпізнавання голосу і взаємодію з системою на основі голосових команд. Резистори з номінальним опором 220 Ом, які використовуються для обмеження струму в колах та створення необхідних напруг. Світлодіоди використовуються для візуального відображення певного стану або сигналізації.

Трансівер FS1000A, який використовується для бездротового зв'язку між Arduino Mini Pro та радіорозетками. Та розетки, що підтримують радіокерування і використовуються для підключення електричних пристроїв.

Розетка радіокерування UNIEL є пристроєм, призначеним для бездротового керування електричними приладами. Вона пропонує зручний та простий спосіб управління різними пристроями, такими як освітлення, електроприлади або електроніка, з використанням радіосигналів, яку потрібно переробити під використання Arduino Mini Pro та голосового модуля Voice Recognition Module V2 зображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Розетки радіокерування UNIEL[41]

Однією з основних переваг розетки UNIEL є безпроводове підключення, що дозволяє уникнути необхідності проводів та додаткових інсталяційних робіт. Це робить розетку досить універсальною та зручною в використанні, зокрема для ситуацій, коли потрібно керувати пристроями з віддаленої точки або в складних умовах.

UNIEL також пропонує багатофункціональний пульт дистанційного керування, що дозволяє включати та вимикати підключені пристрої, регулювати освітлення або встановлювати таймери для автоматичного управління. Це

дозволяє забезпечити зручний та гнучкий контроль над різними електричними пристроями у вашому домі або офісі.

Додатково, розетка UNIEL може бути інтегрована в системи «розумного будинку», де можливо керувати не тільки окремими пристроями, але й створювати розклади роботи, сценарії автоматизації та використовувати її як частину широкої системи управління.

Завдяки простоті встановлення та використання, розетка радіокерування UNIEL є практичним інструментом для керування електричними пристроями у вашому домі або робочому просторі. Вона пропонує зручність та гнучкість управління, що робить її привабливим вибором для тих, хто шукає просте та ефективне рішення для бездротового контролю електроприладів.

Додатковою перевагою розетки радіокерування UNIEL є її широкий діапазон дії. Вона може працювати на відстані до кількох десятків метрів, що дозволяє зручно керувати пристроями навіть з віддалених кімнат або поверхів.

Розетка UNIEL також забезпечує високу надійність та стабільність роботи. Вона використовує передові технології радіочастотного зв'язку, що забезпечують низький рівень перешкод та мінімальну ймовірність втрати сигналу. Це дозволяє уникнути непередбачених ситуацій та забезпечити стабільне функціонування системи керування.

Крім того, розетка UNIEL має компактний та ергономічний дизайн. Вона не займає багато місця у розетці та гармонійно впишеться в інтер'єр вашого приміщення. Доступність різних варіантів кольору також дозволяє підібрати розетку, яка відповідає вашому стилю та перевагам.

Загалом, розетка радіокерування UNIEL є простим та зручним рішенням для керування електричними пристроями. Її широкий діапазон дії, надійність, стабільність та естетичний дизайн роблять її привабливим варіантом для використання в будь-якому домашньому або комерційному середовищі.

Розетка радіокерування UNIEL може бути ефективно використана разом з Arduino Mini Pro та голосовим модулем Voice Recognition Module V2, щоб

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

створити систему керування електричними пристроями за допомогою голосових команд.

За допомогою цієї комбінації апаратного та програмного забезпечення, можна створити голосовий інтерфейс для керування електричними пристроями. Наприклад, за допомогою голосових команд, є можливість включати світло, регулювати його яскравість або керувати іншими підключеними пристроями через розетку UNIEL.

2.2 Розробка апаратної схеми мікроконтролерної системи

Перед розробкою детального плану з'єднання компонентів керованої системи радіорозеток необхідно провести змістовний аналіз відповідної території та ознайомитися зі структурними і функціональними характеристиками системи. Це забезпечить розуміння характеристик системи та вимог до її роботи.

Іншим важливим кроком є аналіз програмного та апаратного забезпечення, доступного в цільовій області. Це допомагає визначити, які компоненти і технології вже використовуються і можуть допомогти в розробці системи.

На основі аналізу слід визначити вимоги до системи автоматизації та підготувати технічну специфікацію. Це документ, в якому детально описуються функції, можливості та вимоги до системи, що розробляється.

Потрібно дослідити, аналіз програмного та апаратного забезпечення, оцінка системних вимог та розробка детального плану з'єднання компонентів системи управління радіорозетками. План включатиме елементи безпеки, що забезпечують захист від короткого замикання та перевантаження, а також елементи управління та зв'язку з мікроконтролером.

Детальний план підключення компонентів системи керованих радіорозеток буде описано в міру виконання проєктних робіт.

Для підключення мікроконтролера Arduino Mini Pro до інших компонентів системи керованих радіорозеток, потрібно підключити пін VCC мікроконтролера

					КвРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до джерела живлення(+5V). З'єднати пін GND мікроконтролера зі землею, щоб створити замкнену контурну петлю для живлення.

Далі потрібно з'єднати роз'єм TX мікроконтролера з роз'ємом RX голосового модуля для передачі даних від мікроконтролера до модуля. Підключити пін RX мікроконтролера до піна TX голосового модуля для отримання даних від модуля до мікроконтролера. І з'єднати піни GND мікроконтролера та голосового модуля, щоб забезпечити спільну землю для зв'язку зображено на рисунку 2.3.

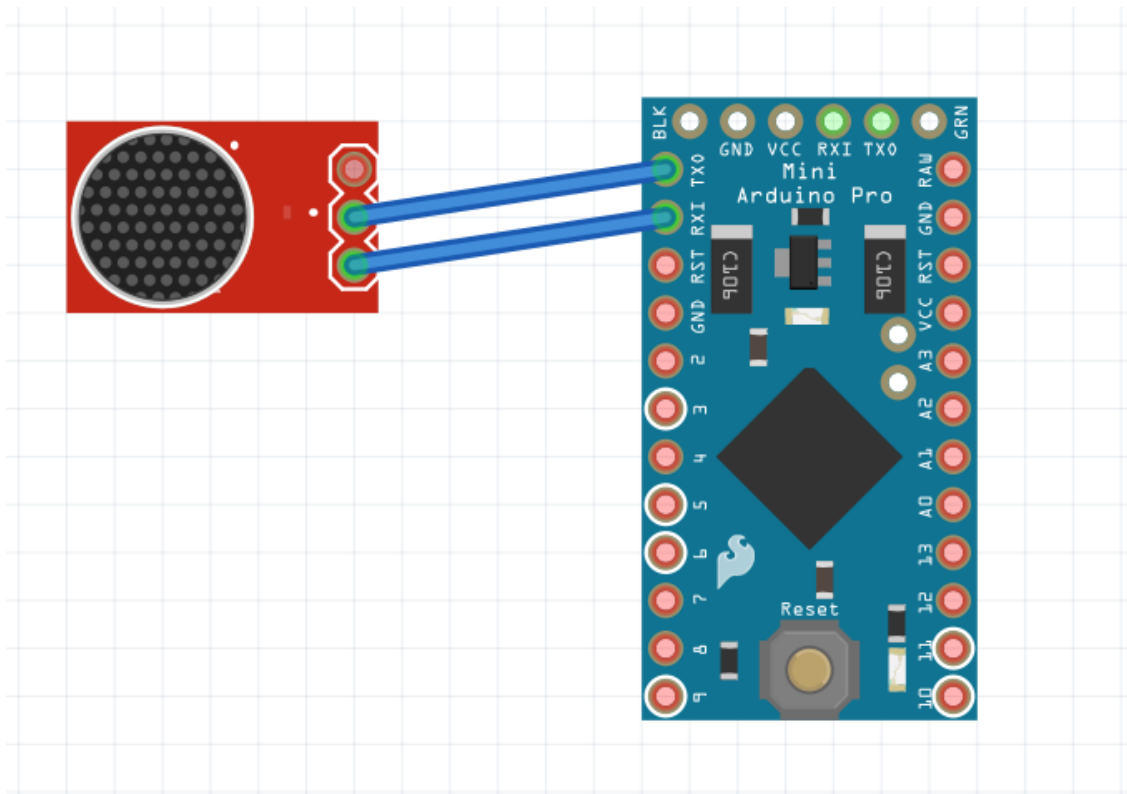


Рисунок 2.3 – З'єднання Voice Module V2 до мікроконтролера

Після приєднання голосового модуля, підключаємо вивід D2 мікроконтролера до роз'єма цифрового входу трансівера FS1000A для передачі сигналу від мікроконтролера до трансівера. Вивід D3 мікроконтролера до піна цифрового виходу трансівера FS1000A для отримання сигналу від трансівера до мікроконтролера зображено на рисунку 2.4.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

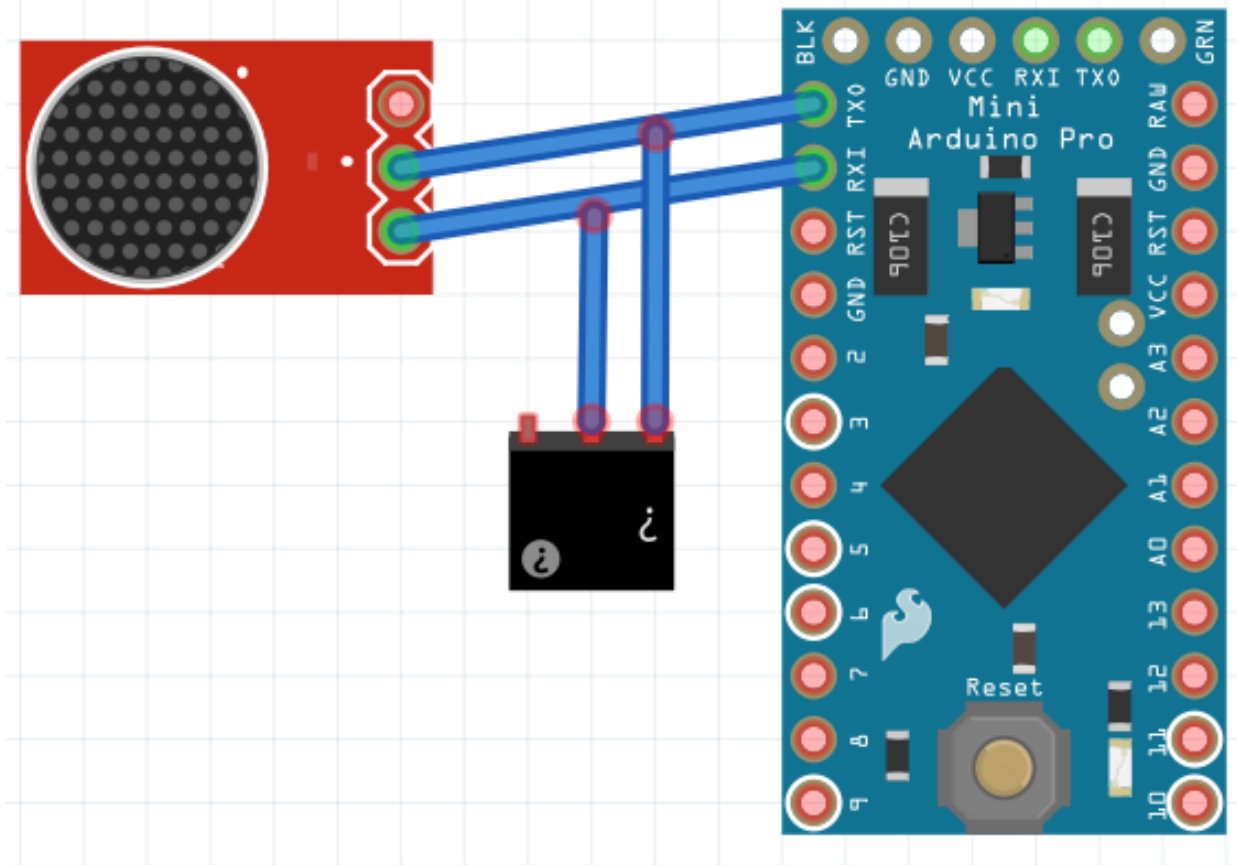


Рисунок 2.4 – Підключення трансівера до мікроконтролера

Для захисту від короткого замикання та перевантаження можна використати резистори та захисні діоди відповідно. Додаткові світлодіоди можуть бути підключені до роз'ємів мікроконтролера для візуальної сигналізації стану системи зображено на рисунку 2.5. Крім того, важливо враховувати вимоги щодо електричної потужності резисторів та захисних діодів, щоб вони могли витримати необхідні навантаження і не перегрівалися. Коректний розрахунок потужності та вибір відповідних компонентів допоможуть забезпечити надійний захист системи.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

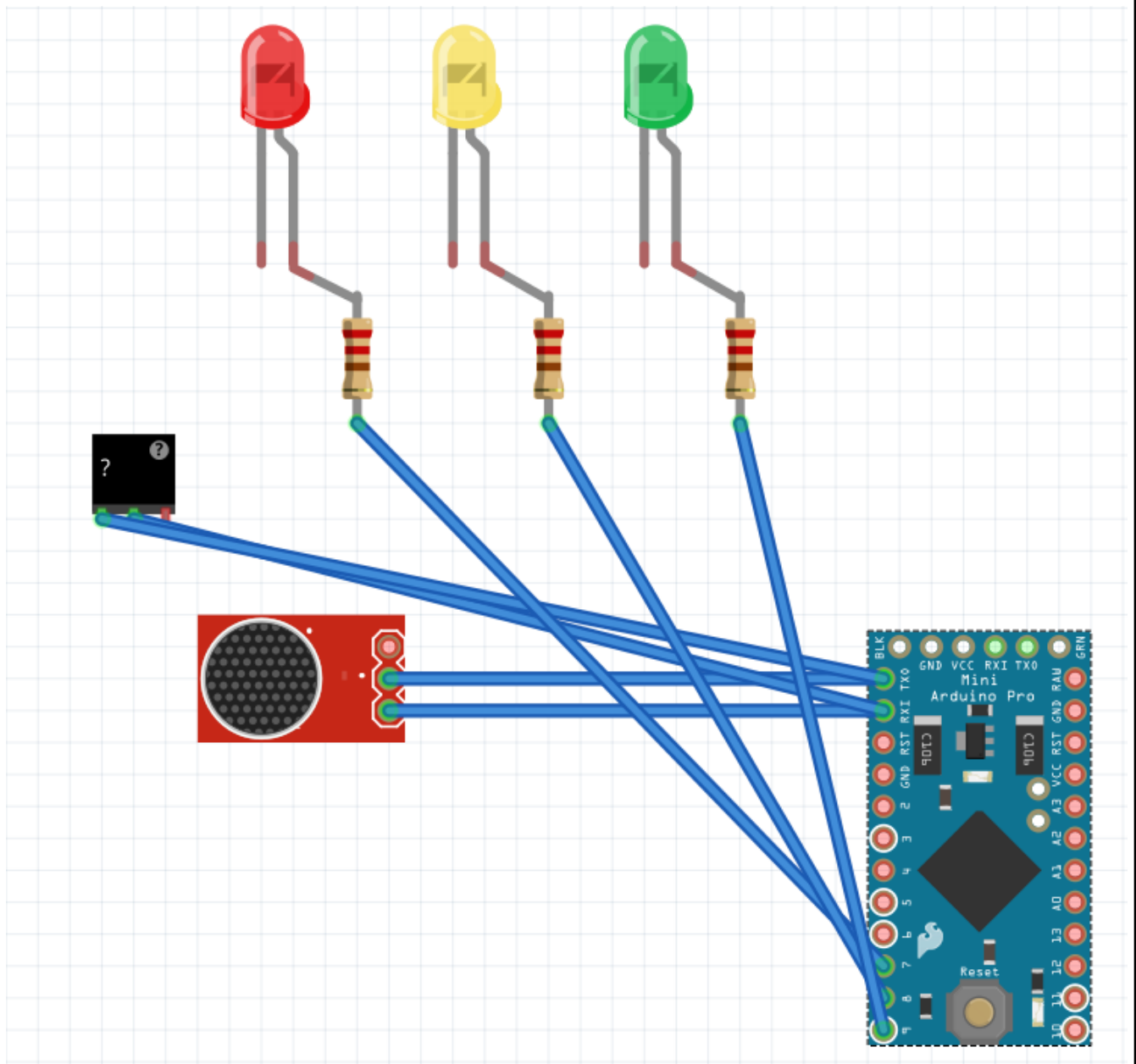


Рисунок 2.5 – Приєднання другорядних компонентів до мікроконтролерної системи

Наступне що потрібно зроби це замінити блок управління розеткою UNIEL. Для цього потрібен радіомодуль, що працює на частоті 433 МГц [42]. Тому вибору підлягає FS1000A зображено на рисунку 2.6.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рисунок 2.6 – Трансівер FS1000A[42]

Також на рисунку 2.7 зображено зовнішній вигляд голосового модуля. Модуль розпізнає голос. Отримує команди конфігурації або відповідає через інтерфейс послідовного порту. З цим модулем, можна керувати різними електричними пристроями голосом.



Рисунок 2.7 – Голосовий модуль(Voice Recognition Module V2)[43]

Після успішного підключення усіх компонентів було створено функціональну схему заміни пульта управління радіорозетками за допомогою мікроконтролера Arduino Mini Pro. Дана система дозволить здійснювати вимикання та увімкнення підключених електричних пристроїв з використанням мікроконтролера. Також дозволено розробляти власну логіку управління, налаштувати голосові команди або використовувати інші методи взаємодії з

мікроконтролером, що дозволить забезпечити зручне та ефективне управління електричними пристроями віддалено.

Завершивши підключення усіх компонентів, наступним етапом є програмування мікроконтролера та реалізації необхідного функціоналу системи керованих радіорозеток. Потрібно розробити код, який відповідає певним потребам і дозволяє ефективно керувати електричними пристроями. Ця мікроконтролерна система має потенціал для подальшого поліпшення та розвитку як у фізичному вигляді, так і у програмному коді.

2.3 Вибір середовища розробки для мікроконтролерної системи керованих радіорозеток

При розробці програмного забезпечення для мікроконтролерної системи управління радіорозетками важливим кроком є вибір середовища розробки, яке підтримує функції, необхідні для програмування мікроконтролерів, і пропонує зручність та ефективність. Основні середовища розробки, які доступні:

- PlatformIO;
- MPLAB X IDE;
- Keil MDK;
- Arduino IDE;
- Visual Studio Code з розширеннями для мікроконтролерів;
- та інші середовища розробки.

PlatformIO – це потужне середовище розробки для вбудованих систем, яке забезпечує комплексний підхід до програмування мікроконтролерів [44]. Основні особливості і можливості PlatformIO включають підтримку різних мікроконтролерів, мови програмування, керування проектами, бібліотеки та пакети, інтеграція з платформами розробки, налагодження та тестування.

PlatformIO підтримує широкий спектр мікроконтролерів, включаючи Arduino, ESP8266, ESP32, STM32, AVR і PIC. Це дозволяє працювати з різними

мікроконтролерами без необхідності перемикання між різними середовищами розробки.

Дане середовище підтримує широкий спектр мов програмування, включаючи C, C++ та Python. Можна використовувати мову програмування, з якою користувач знайомий, або мову програмування, яка найкраще підходить для проєкта.

PlatformIO надає зручні засоби для створення та керування проєктами. Можна легко створити новий проєкт, додати бібліотеки, налаштувати налаштування компіляції та завантаження, а також керувати версіями проєкту за допомогою систем контролю версій. Також має велику колекцію бібліотек та пакетів, які допомагають швидко розширити функціональність проєкту. Таким чином можна легко додавати бібліотеки з онлайн-репозиторію PlatformIO або створювати власні бібліотеки для повторного використання.

Дане середовище підтримує інтеграцію з різними платформами розробки, такими як Arduino IDE, Eclipse, Visual Studio Code та інші. Можна використовувати відповідні розширення або плагіни для покращення роботи з PlatformIO у вибраному середовищі розробки.

PlatformIO надає зручні інструменти для налагодження та тестування програмного коду. Також надається можливість використовувати відлагоджувачі, інтегровані з PlatformIO, для виявлення та виправлення помилок у коді [44]. Також доступні засоби модульного тестування для перевірки правильності роботи окремих компонентів системи.

PlatformIO є потужним і гнучким середовищем розробки, яке дозволяє зручно експлуатувати та розширювати функціональність широкого спектру мікроконтролерів. Воно спрощує процес розробки вбудованих систем і надає інструменти для швидкого та ефективного програмування та тестування програмного коду.

MPLAB X IDE є популярним середовищем розробки для програмування мікроконтролерів Microchip [45]. Воно надає багато інструментів для розробки та

налагодження програмного коду, а також підтримує широкий спектр мікроконтролерів Microchip. Особливості та можливості MPLAB X IDE включають крос-платформеність, інтегроване середовище розробки, підтримку мікроконтролерів Microchip, розширені інструменти налагодження, модульне тестування, інтеграція з іншими інструментами.

MPLAB X IDE підтримує роботу на різних операційних системах, таких як Windows, macOS та Linux, що дозволяє розробляти проєкти на будь-якому зручному для користувачі комп'ютері. Також надає повноцінне інтегроване середовище розробки, яке об'єднує у собі редактор коду, компілятор, налагоджувач, симулятор та інші інструменти, необхідні для розробки мікроконтролерних проєктів.

MPLAB X IDE підтримує широкий спектр мікроконтролерів Microchip, включаючи популярні серії PIC, dsPIC та AVR [45]. Є можливість легко створювати проєкти для конкретних мікроконтролерів та використовувати відповідні бібліотеки та компоненти. Також має потужні інструменти для налагодження програмного коду. Є можливість використовувати інтегровані відлагоджувачі, які дозволяють крокувати по коду, встановлювати точки зупину, спостерігати значення змінних та багато іншого. Це допомагає виявляти й виправляти помилки та проблеми в програмному коді.

Дане середовище підтримує можливість модульного тестування, що дозволяє перевіряти правильність роботи окремих функцій та компонентів проєкта. Користувач може легко створювати тести та виконувати їх безпосередньо у середовищі MPLAB X IDE. Також можна легко інтегрувати з іншими інструментами розробки, такими як компілятори, симулятори та програматори Microchip. Це дозволяє зручно використовувати різноманітні ресурси та інструменти для проєкту.

Keil MDK (Microcontroller Development Kit) є одним з популярних середовищ розробки, яке широко використовується для програмування мікроконтролерів ARM [46]. Особливості та можливості Keil MDK які включає

дане середовище інтегроване середовище розробки, підтримку мікроконтролерів ARM, компілятори та оптимізацію, налагодженні і симуляцію, RTOS підтримка та підтримку периферійних пристроїв.

Keil MDK надає повноцінне інтегроване середовище розробки, яке об'єднує в собі редактор коду, компілятор, лінкер та інші інструменти, необхідні для розробки мікроконтролерних проєктів [46]. Спеціалізується на підтримці мікроконтролерів ARM, таких як Cortex-M серії. Воно підтримує широкий спектр пристроїв ARM, включаючи різні виробники, моделі та версії мікроконтролерів.

Keil MDK включає вбудовані компілятори, які перетворюють вихідний код у виконуваний код для цільового мікроконтролера [46]. Крім того, Keil MDK має оптимізаційні функції, які дозволяють зменшити розмір програми та покращити її продуктивність. Надає засоби для налагодження та симуляції програмного коду. Є можливості використовувати відлагоджувачі для виявлення та виправлення помилок, спостерігати значення змінних, крокувати по коду та багато іншого. Симуляційні інструменти дозволяють перевірити роботу програмного коду без необхідності в фізичному пристрої.

Дане середовище має підтримку реального часу операційних систем (RTOS) і може інтегруватися з популярними RTOS, такими як CMSIS-RTOS, FreeRTOS, embOS та іншими. Це дозволяє розробляти складні системи з розподіленими завданнями та плануванням ресурсів.

Keil MDK надає бібліотеки та інструменти для роботи з периферійними пристроями мікроконтролерів, такими як GPIO, UART, SPI, I2C, ADC та іншими. Це спрощує розробку драйверів та взаємодію з периферією.

Keil MDK є потужним середовищем розробки для програмування мікроконтролерів ARM, яке надає широкі можливості управління проєктами, розробку коду та налагодження. Воно підтримує різноманітні мікроконтролери та дозволяє ефективно розробляти вбудовані системи з використанням ARM-архітектури.

Visual Studio Code (VS Code) є безкоштовним і відкритим середовищем розробки, яке надає широкий спектр можливостей для програмування мікроконтролерів [47]. Одним із переваг VS Code є його розширюваність, що дозволяє додавати додаткові функції та підтримку для різних платформ.

Для розробки мікроконтролерних проєктів у VS Code можна використовувати розширення PlatformIO або Arduino [48]. PlatformIO розширення дозволяє працювати з різними мікроконтролерними платформами, включаючи Arduino. Воно надає зручні інструменти для управління проєктами, завантаження коду на мікроконтролери, керування бібліотеками та іншими ресурсами. PlatformIO також надає можливість використовувати різні мови програмування, такі як C++, Python тощо. Arduino розширення, яке привносить підтримку мікроконтролерів Arduino до VS Code.

Завдяки вищезгаданим розширенням, VS Code надає більш широкі можливості для розробки мікроконтролерних систем порівняно з Arduino IDE. Можна використовувати всі переваги потужного редактора коду, такі як підсвічування синтаксису, автодоповнення, роботу з Git та багато іншого, разом з функціональністю, що специфічна для мікроконтролерів.

Arduino IDE є легким у використанні та інтуїтивно зрозумілим середовищем розробки, спеціально призначеним для програмування мікроконтролерів Arduino [49]. Особливості та можливості Arduino IDE, яка в собі містить простий інтерфейс, підтримку мікроконтролерів Arduino, вбудовані бібліотеки та приклади, перевірку синтаксису та завантаження коду і також монітор порту.

Arduino IDE має простий і зрозумілий інтерфейс, що дозволяє швидко орієнтуватися у середовищі та почати програмувати. Інтерфейс складається з основних вкладок, таких як редактор коду, консоль виводу та панель інструментів.

Підтримує широкий спектр мікроконтролерів Arduino, включаючи популярні моделі, такі як Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega та інші. Легкий вибір потрібної плати та використання її у проєктах.

Arduino IDE надає багато готових бібліотек та прикладів коду, що значно спрощує розробку програм для мікроконтролерів Arduino. Також можливо використовувати ці бібліотеки для взаємодії з різними периферійними пристроями та модулями, такими як сенсори, дисплеї, мотори та інші.

Автоматично перевіряє синтаксис коду та надає повідомлення про можливі помилки. Також зручно завантажувати власний програмний код безпосередньо на мікроконтролер Arduino з використанням вбудованого програматора.

Arduino IDE є зручним та доступним середовищем розробки для початківців та досвідчених розробників, що дозволяє швидко створювати програми для мікроконтролерів Arduino з мінімальними зусиллями [50]. Тому вибору підлягає дане середовище розробки. Arduino IDE має велику та активну спільноту розробників. Це означає, що можна знайти велику кількість матеріалів, прикладів та підтримки в Інтернеті, які допоможуть вирішити більшість проблеми під час розробки. Також надає доступ до багатьох готових бібліотек, які спрощують взаємодію з різними периферійними пристроями та модулями. Можна швидко використовувати ці бібліотеки для розробки власних проєктів безпосередньо з Arduino IDE. Та інші переваги даного середовища.

2.4 Висновок

Основною метою є забезпечення зручності та ефективності управління підключеними пристроями, дозволяючи користувачу віддалено вмикати, вимикати або регулювати їх роботу через інтерфейс мікроконтролера. Під час проєктування враховуються функціональні вимоги, такі як стабільність сигналу, можливість програмування розеток, безпека та інтеграція з іншими системами. Крім того, розробляється програмне забезпечення, яке дозволяє зручно керувати системою через інтерфейси, такі як мобільний додаток або веб-інтерфейс. В результаті цього процесу створюється надійний та легко налаштовуваний засіб

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керування радіорозетками, що забезпечує комфорт та енергоефективність у використанні електричних приладів у побуті чи офісному середовищі.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

3.1 Розробка програмного забезпечення для мікроконтролерної системи керування радіорозеток

При реалізації системи керування радіорозетками було розроблене системне програмне забезпечення за допомогою Arduino IDE, потрібно буде використовувати мову програмування Arduino, яка базується на мові C/C++. Arduino IDE має вбудований текстовий редактор для написання коду, візуальні інструменти для компіляції та завантаження програми на мікроконтролер. Вибір Arduino IDE та мови програмування Arduino забезпечить зручну та ефективну платформу для розробки програмного забезпечення для системи керування радіорозетками.

У програмному коді, використовуються дві бібліотеки `RCSwitch.h` і `SoftwareSerial.h` [51]. Потрібно докладніше розглянути дані бібліотеки та їх призначення. `RCSwitch.h` бібліотека дозволяє взаємодіяти з радіоканалом за допомогою передавача та приймача RF [52]. Вона надає функції для налаштування та керування передавачем RF, а також для відправки та отримання даних через радіоканал. В коді використовуються функції `enableTransmit()`, `setPulseLength()`, `setProtocol()`, `switchOn()` і `switchOff()` для керування передавачем RF та відправки команд. `SoftwareSerial.h` бібліотека дозволяє створити додатковий послідовний порт з використанням програмного забезпечення. Вона дозволяє зчитувати та передавати дані через цей додатковий послідовний порт. У коді використовується для створення об'єкту `mySerial` і налаштування його параметрів передачі даних.

Це означає, що підключаємо файли `RCSwitch.h` і `SoftwareSerial.h` у програму, щоб мати можливість використовувати функції та класи, які вони надають. Таке підключення бібліотек є стандартним підходом в Arduino-сумісних проектах.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановити ці бібліотеки в середовищі Arduino IDE, а потім включити їх у програмах за допомогою директиви #include.

Ініціалізація змінних та констант в даному коді передбачає створення та присвоєння початкових значень різним змінним і константам, які використовуються в програмі. Нижче наведений опис цього процесу з приведенням лістингом вихідного коду:

```
// Ініціалізація змінних
SoftwareSerial mySerial(2, 3); // Ініціалізація об'єкта SoftwareSerial з
пінами 2 та 3
RCSwitch mySwitch = RCSwitch(); // Ініціалізація об'єкта RCSwitch
byte com = 0; // Ініціалізація змінної com типу byte зі значенням 0
char* kod_group = «11000»; // Ініціалізація змінної kod_group типу char* з
рядковим значенням «11000»
unsigned long TEAM_TIME = 2000; // Ініціалізація беззнакової довгої
змінної TEAM_TIME зі значенням 2000
unsigned long millis1 = 0; // Ініціалізація беззнакової довгої змінної
millis1 зі значенням 0
int team_poz = 1; // Ініціалізація змінної team_poz типу int зі значенням
1
int var1; // Оголошення змінної var1 типу int
int offset[4] = {0, 1, 10, 100}; // Ініціалізація масиву offset типу int
зі значеннями {0, 1, 10, 100}
unsigned int kod = 0; // Ініціалізація беззнакової змінної kod типу
unsigned int зі значенням 0
int id_do = 0; // Ініціалізація змінної id_do типу int зі значенням 0
// Ініціалізація констант
char kodModule[][6] = {
    «00000», «00010», «00010», // Ініціалізація масиву kodModule з рядками
    «10000», «01000», «00100», «10000», «01000», «00100»,
    «00000»,
    «00010», «00010»,
    «10000», «01000», «00100», «10000», «01000», «00100»
};
```

В даному коді масиви kodModule та var_ok використовуються для зберігання команд і кодів відправки по радіо.

Масив kodModule містить коди відправки по радіо для різних команд. Наприклад, kodModule[0] містить код «00000», що відповідає зарезервованій команді. kodModule[1] та kodModule[2] містять відповідно коди для включення та вимкнення чайника. Аналогічно, інші елементи масиву містять відповідні коди для різних команд. Лістинг коду наведений нижче:

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

char kodModule[][6] = {
    «00000»,
    «00010», «00010», // чайник вкл-викл 1-ий голос
    «10000», «01000», «00100», «10000», «01000», «00100», // вогні, лампа,
ночник вкл-викл 1-ий голос
    «00000», // тест
    «00010», «00010», // чайник вкл-викл 2-ий голос
    «10000», «01000», «00100», «10000», «01000», «00100» // вогні, лампа,
ночник вкл-викл 2-ий голос
};

```

Масив var_ok містить комбінації команд та кодів, які використовуються для визначення дії при отриманні певного коду. Кожний рядок у масиві містить команду (наприклад, var_ok[0][0] містить команду 1), кількість слів у команді (наприклад, var_ok[0][1] містить значення 2), код дії (наприклад, var_ok[0][2] містить значення 0), та ідентифікатор дії (наприклад, var_ok[0][3] містить значення 0). За допомогою цих значень можна визначити, яку дію потрібно виконати, коли отримано певний код. Лістинг коду наведений нижче:

```

unsigned int var_ok[29][4] = {
    // 1-ий голос
    {1, 2, 0, 0}, {2, 2, 0, 0},
    {11, 3, 0, 0}, {21, 3, 0, 0}, {31, 3, 0, 0}, {42, 4, 1, 1}, {52, 4, 2,
2},
    {111, 4, 3, 1}, {121, 4, 4, 1}, {131, 4, 5, 1}, {211, 4, 6, 2}, {221, 4,
7, 2}, {231, 4, 8, 2},
    // тест
    {3, 2, 0, 0}, {43, 3, 0, 0}, {243, 4, 9, 3},
    // 2-ий голос
    {4, 3, 0, 0}, {5, 3, 0, 0},
    {304, 2, 0, 0}, {404, 2, 0, 0}, {504, 2, 0, 0}, {105, 4, 10, 1}, {205, 4,
11, 2},
    {344, 4, 12, 1}, {354, 4, 13, 1}, {444, 4, 14, 1}, {454, 4, 15, 2}, {544,
4, 16, 2}, {554, 4, 17, 2}
};

```

Наприклад, якщо отримано код 1, використовуючи масив var_ok, можна визначити, що це команда з 2 словами, і її потрібно виконати з кодом дії 0 та ідентифікатором дії 0. Залежно від цих значень можна виконати відповідну дію, наприклад, ввімкнути вимикач чайника.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі потрібно розглянути функцію `setup()`. Виконується один раз при запуску програми і використовується для налаштування початкових параметрів та ініціалізації необхідних ресурсів. Нижче наведений лістинг коду функції `setup()` для даного проєкта:

```
void setup() {
  // Ініціалізація послідовного з'єднання
  Serial.begin(9600);
  // Ініціалізація SoftwareSerial
  mySerial.begin(9600);
  // Налаштування пінів
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(13, LOW);
  digitalWrite(11, LOW);
  digitalWrite(10, LOW);

  // Налаштування RCSwitch
  mySwitch.enableTransmit(4);
  mySwitch.setProtocol(1);
  // Вибір групи команд Voice Recognition Module V2
  new_bank();
  // Виведення повідомлення в монітор порта
  Serial.println(«okeу»);
}
```

В даній частині програмного коду для реалізації системи керування радіорозетками функція `setup()` виконуються наступні дії для налаштування початкового стану пристрою:

- ініціалізуємо послідовне з'єднання з монітором порта на швидкості 9600 біт/сек;
- ініціалізуємо `SoftwareSerial` для зчитування даних з голосового модуля на швидкості 9600 біт/сек;
- налаштуємо піни 13, 11, 10 та 9 як виходи (`OUTPUT`);
- встановлюємо початковий стан піна 9 в низький рівень (`LOW`);
- вимикаємо світлодіоди, встановлюючи низькі рівні для пінів 13, 11 та 10;

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- увімкнення передавача RCSwitch з піном передавача 4 та протоколом 1;
- вибираємо групу команд Voice Recognition Module V2 за допомогою функції new_bank();
- виведення повідомлення «okeу» в монітор порта.

Наступна частина програмного коду проектно-технологічного засобу мікроконтролерної системи керування радіорозеток функція loop(), яка виконується безперервно після виконання функції setup(). Лістинг коду наведений нижче:

```
void loop() {
  // Отримання слова з голосового модуля
  get_word();

  // Аналіз отриманого слова та виконання відповідних дій
  if (team_poz > 0) {
    switch (team_poz) {
      case 1:
        // Очікування отримання наступного слова
        Serial.print («wait=»);
        Serial.println(kod);
        kod = 0;
        break;
      case 4:
        // Виконання команди для UNIEL та вимкнення світлодіодів
        Serial.print («ок=»);
        Serial.println(kod);
        ledOn(13);
        ledOn(11);
        ledOn(10);
        command_UNIEL(id_do);
        kod = 0;
        team_poz = 1;
        id_do = 0;
        delay(1000);
        ledsOff();
        break;
      default:
        // Очікування отримання наступного слова
        Serial.print («wait=»);
        Serial.println(kod);
        break;
    }
    new_bank();
  }

  // Перевірка часу виконання фрази
  if (millis() - millis1 > TEAM_TIME && team_poz > 1) {
    kod = 0;
  }
}
```

```

    team_poz = 1;
    new_bank();
}
// Вимкнення світлодіоду 13
digitalWrite(13, LOW);
}

```

У циклі loop() відбувається основна робота програми, яка включає наступні кроки:

- перевірка значення змінної team_poz для визначення поточного стану програми;
- умовна конструкція if (team_poz > 0) перевіряє, чи є поточний стан програми активним. Якщо це так, виконуються певні дії, пов'язані з поточним станом;
- у блоку switch (team_poz) здійснюється перевірка значення team_poz і виконання відповідних дій для кожного стану програми. В залежності від значення team_poz можуть виконуватися різні дії, такі як очікування отримання нового слова, виконання команди для пристрою UNIEL або інші визначені дії;
- функція new_bank() викликається для вибору нового банку команд Voice Recognition Module V2. Це дозволяє переключатись між різними наборами команд для розпізнавання голосу;
- час виконання фрази перевіряється за допомогою умови if (millis() - millis1 > TEAM_TIME && team_poz > 1). Якщо час виконання перевищує встановлене значення TEAM_TIME, значення team_poz та kod скидаються до початкових значень, і викликається функція new_bank() для вибору нового банку;
- завершується цикл loop() вимкненням світлодіоду 13 за допомогою digitalWrite(13, LOW).

Під час написання програмного забезпечення проєктно-технологічно для мікроконтролерної системи керування радіорозетками було створено функції setup() та loop(), які відповідають за ініціалізацію та постійну роботу програми відповідно.

У функції setup() були виконані ініціалізацію послідовного порту для зв'язку зі змінним екраном (Serial) та з мікроконтролером, що використовується

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для комунікації з модулем радіокерування (SoftwareSerial). Налаштування пінів мікроконтролера для керування світлодіодами та встановлення початкових значень. Налаштування модуля радіокерування (RCSwitch) з визначенням довжини імпульсу, протоколу та інших параметрів.

У функції loop() відбувається постійне виконання перевірки поточного стану програми та виконання відповідних дій в залежності від цього стану. Перевірка часу виконання фрази та скидання значень, якщо час перевищує встановлене значення. Виконання команд для керування розетками UNIEL за допомогою модуля радіокерування. Керування світлодіодами та виведення інформації через послідовний порт для налагодження та відладки.

Дана архітектура програмного забезпечення дозволяє системі ефективно керувати радіорозетками з використанням команд голосового розпізнавання та модуля радіокерування. Вона забезпечує стабільну та надійну роботу системи керування та дозволяє здійснювати різні дії в залежності від отриманих команд та стану системи.

3.2 Опис схем функціонної, електричної та принципової мікроконтролерної системи керування радіорозеток

Функціональна схема мікроконтролерної системи керування радіорозетками включає в себе різні компоненти, які співпрацюють для забезпечення ефективного керування радіорозетками [53]. У цій схемі головною частиною є мікроконтролер, який виконує центральну обробку даних та керування. Він забезпечує комунікацію між іншими компонентами та виконує необхідні операції для керування реле.

Також присутній бездротовий модуль, який забезпечує зв'язок з радіорозетками через бездротову мережу. Це дозволяє користувачу дистанційно керувати розетками з допомогою мікроконтролера. Крім того, в системі можуть бути використані датчики, які зчитують різні параметри, наприклад, стан розетки або рівень енергоспоживання.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для живлення системи використовується блок живлення, який забезпечує необхідну напругу та струм для всіх компонентів. Також можуть бути додаткові компоненти, які покращують функціональність системи, наприклад, екран для відображення інформації або кнопки для користувача для зручного керування.

Загальна схема показує взаємозв'язок між компонентами системи та основні принципи їх роботи.

Зв'язки до загальної функціональної схеми мікроконтролерної системи керування радіорозеткам:

- мікроконтролер зв'язаний з комунікаційним інтерфейсом для обміну даними з іншими пристроями;
- мікроконтролер передає команди бездротовому модулю через комунікаційний інтерфейс;
- бездротовий модуль отримує команди від мікроконтролера та передає їх до модуля керування реле;
- модуль керування реле виконує команди, отримані від бездротового модуля, та керує включенням/виключенням радіорозеток;
- датчики передають зібрані дані мікроконтролеру для подальшої обробки;
- живлення та інші додаткові компоненти забезпечують правильну роботу всієї системи.

Функціональна схема надає більш детальний огляд компонентів та їх зв'язків у системі керування радіорозетками. Нижче наведений рисунок 3.1 функціональної схеми. Функціональна схема також може включати додаткові компоненти, такі як антена для підсилення радіосигналів, датчики для збору додаткової інформації або інтерфейси для зовнішніх засобів керування, наприклад, сенсори руху або пульт дистанційного керування. Функціональна схема демонструє основні компоненти та зв'язки системи керування радіорозетками, які дозволяють здійснювати керування електричними пристроями

за допомогою голосових команд. Основними компонентами цієї системи є Arduino Mini Pro, голосовий модуль Voice Recognition Module V2.

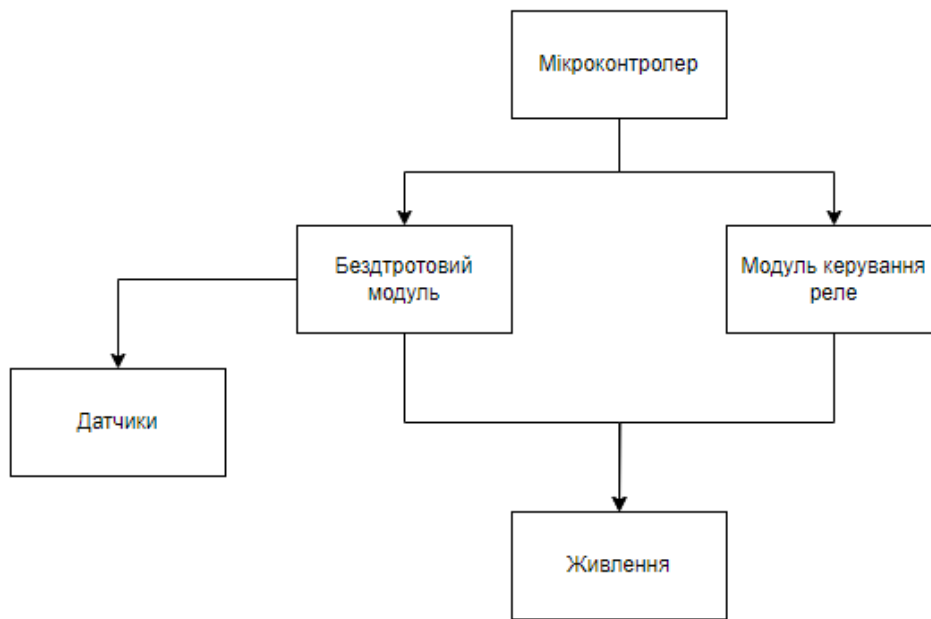


Рисунок 3.1 – Функціональна схема мікроконтролерної системи керування радіорозеток

Підключення компонентів за схемою для мікроконтролерної системи керування радіорозетками з використанням Arduino Mini Pro, Voice Recognition Module V2, трансівера FS1000A, трьох світлодіодів та трьох резисторів.

Роз'єм підключення живлення Arduino Mini Pro (VCC) підключається до джерела живлення системи (наприклад, 5V). В цьому випадку живлення підключається через голосовий модуль Пін землі (GND) підключається до землі системи. Додаткові роз'єми Arduino Mini Pro використовуються для підключення до інших компонентів системи згідно з вимогами конкретних модулів. Наприклад, роз'єм TX (передача даних) та роз'єм RX (прийом даних) використовуються для зв'язку з голосовим модулем інтерфейсом UART для передачі голосових команд. Зображено на рисунку 3.2.

Також, на схемі можуть бути показані додаткові роз'єми для підключення датчиків, модулів зв'язку, дисплеїв чи інших пристроїв, що розширюють функціональні можливості системи.

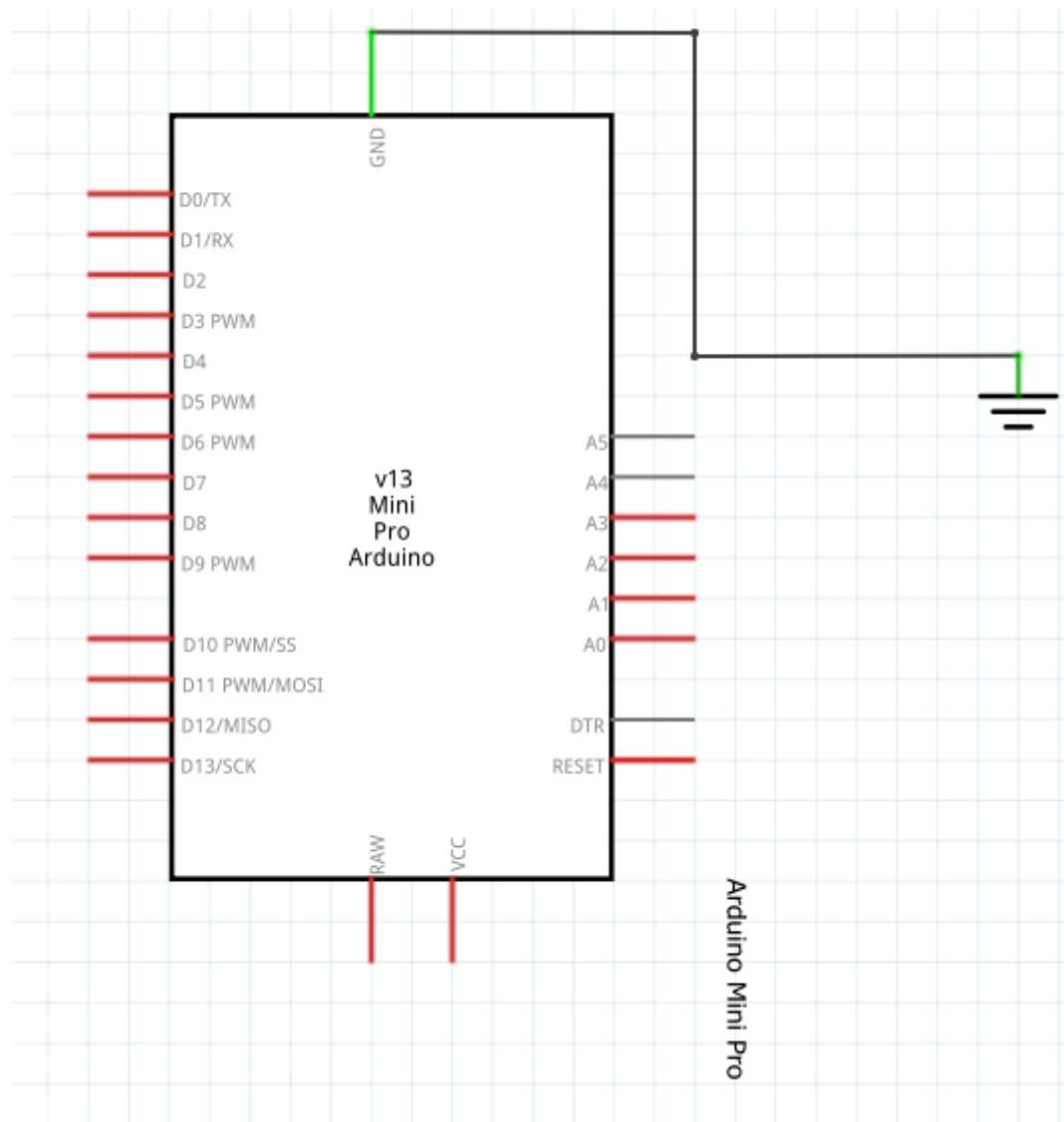


Рисунок 3.2 – Вигляд Arduino Mini Pro в електричній схемі

Звуковий вхід модуля, який використовується для навчання голосових команд або оновлення програми розпізнавання, підключається до аудіо виходу Arduino Mini Pro. Це дозволяє передавати звукові дані з мікроконтролера до голосового модуля. Звуковий вихід модуля, який містить розпізнані голосові команди, підключається до аудіо входу Arduino Mini Pro. Це дозволяє передавати звукові дані в мікроконтролер для подальшої обробки. Крім того, на схемі видно роз'єми керування модулем, які підключаються до виводів Arduino Mini Pro. Ці роз'єми використовуються для передачі команд та отримання результатів розпізнавання між Arduino Mini Pro і голосовим модулем показано на рисунку 3.3.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

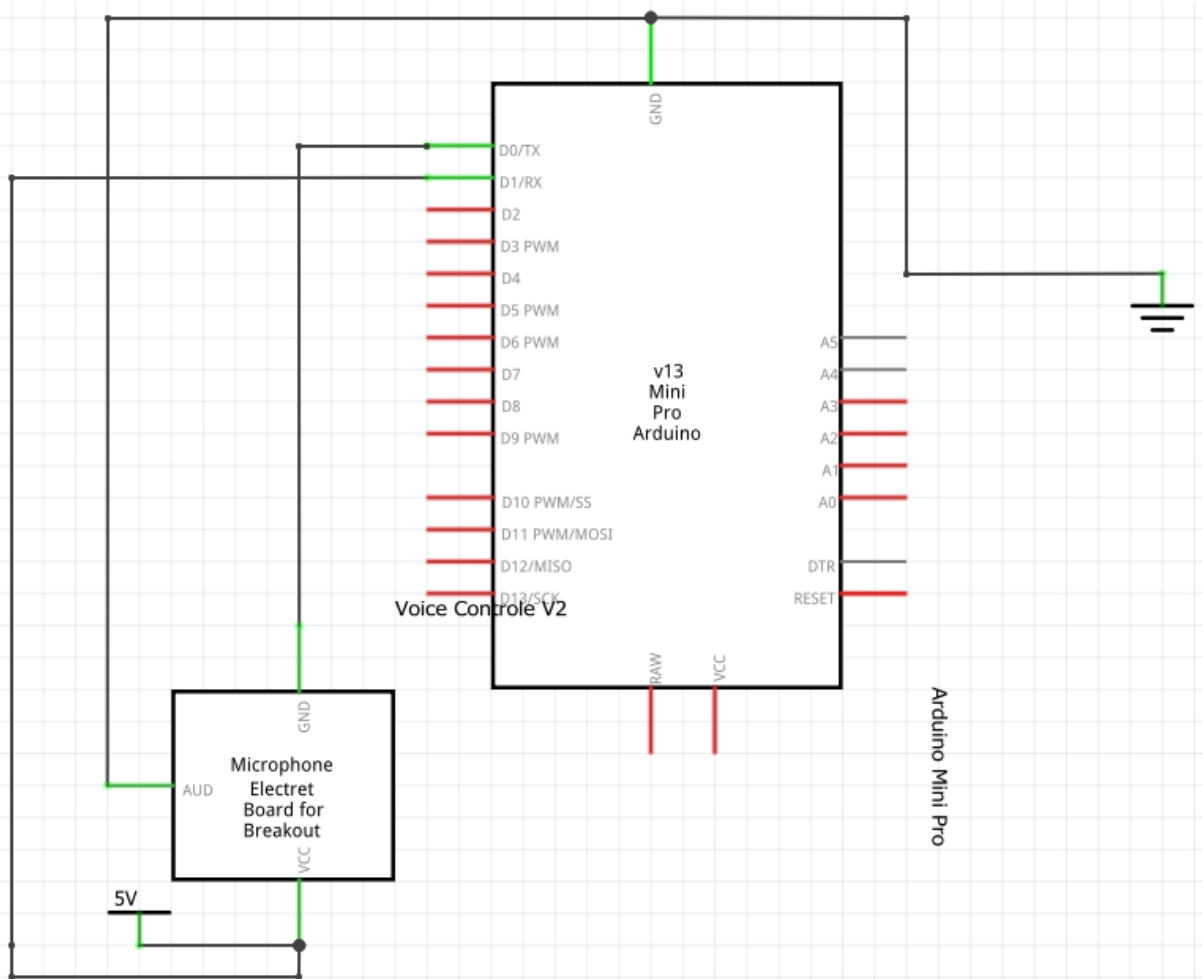


Рисунок 3.3 – Підключення голосового модуля до мікроконтролера

На рисунку 3.4 показана схема підключення передавача та приймача модуля безпроводної передачі до Arduino Mini Pro. Вихід передавача модуля підключається до вхідного піна приймача модуля, створюючи зв'язок для передачі даних між двома модулями. Відповідно, вихід приймача модуля підключається до вхідного піна передавача модуля, дозволяючи передавати дані в зворотному напрямку. Цей зв'язок дозволяє взаємодіяти між передавачем та приймачем модуля, передавати команди та отримувати дані в обох напрямках.

Роз'єми керування модулем, зображені на схемі, підключаються до виводів Arduino Mini Pro. Ці роз'єми використовуються для передачі даних та керування безпроводною передачею між Arduino Mini Pro і модулем безпроводної комунікації.

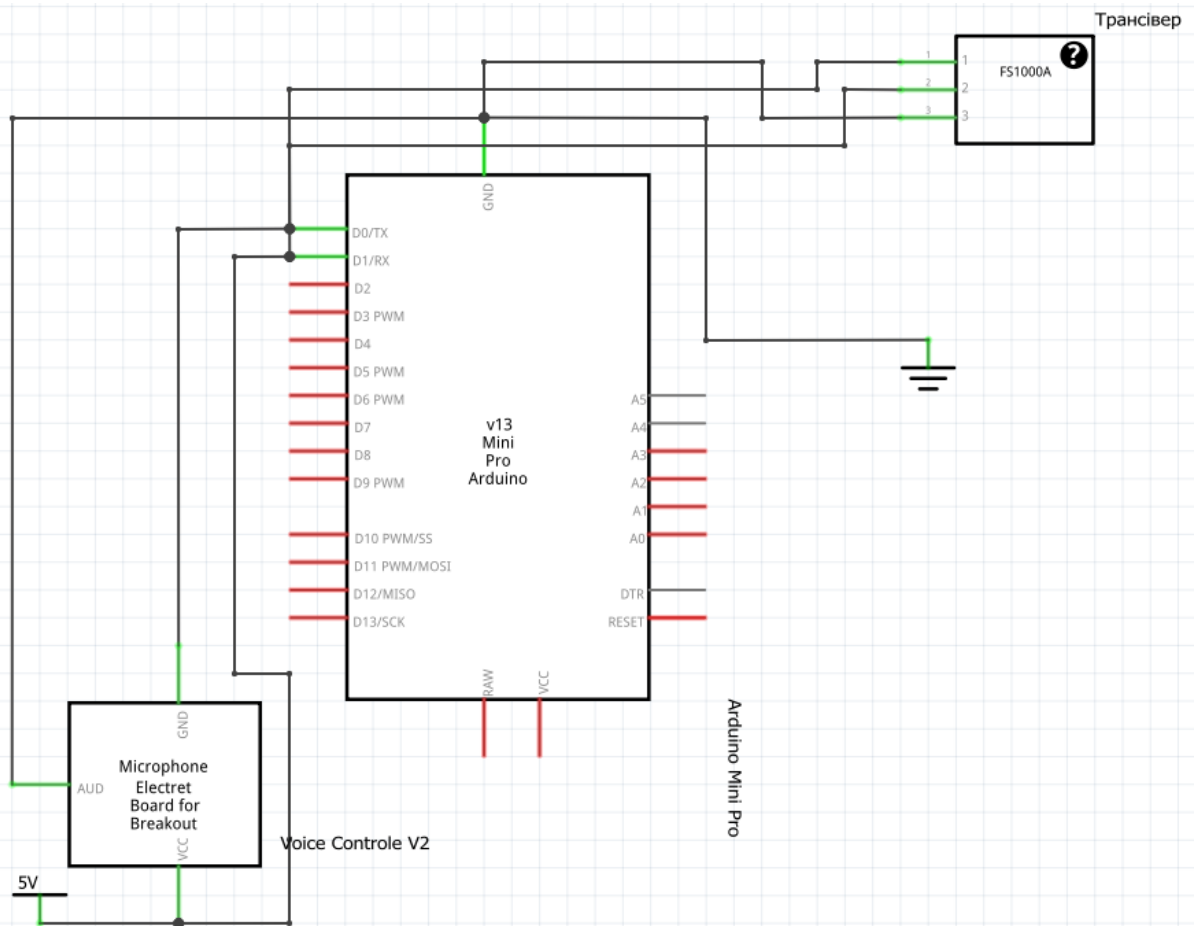


Рисунок 3.4 – Підключення трансівера до мікроконтролера

Кожен світлодіод підключається послідовно з резистором до окремого виводу Arduino Mini Pro. Один кінець світлодіода підключається до виводу, а інший кінець - до резистора, а потім до землі системи.

Усі резистори підключаються послідовно зі світлодіодом між виводом Arduino Mini Pro та землею системи. Значення резисторів вибираються відповідно до характеристик світлодіодів та потрібного струму.

Таким чином, було описано підключення компонентів до мікроконтролерної системи керування радіорозетками з використанням Arduino Mini Pro, Voice Recognition Module V2, трансівера FS1000A, трьох світлодіодів та трьох резисторів. Ця електрична схема дозволяє забезпечити взаємодію між компонентами та керування розетками з використанням голосового

розпізнавання. Ретельне підключення компонентів за схемою є важливим кроком для забезпечення правильної роботи системи.

Крім зазначених компонентів, можуть також використовуватися додаткові елементи, такі як конденсатори та резистори зворотного зв'язку, для забезпечення стабільності схеми та захисту від електричних шумів. Наявність правильно підібраних компонентів та їх належне підключення є важливим для досягнення оптимальної працездатності та ефективності мікроконтролерної системи керування радіорозетками.

Крім того, з'єднання компонентів, сконфігурованих таким чином, дозволяє легко розширювати або модифікувати систему в майбутньому. Це означає, що можна додавати нові функції і замінювати компоненти, що полегшує адаптацію до мінливих потреб і вимог користувачів.

Уважне підключення та належна робота з електричною схемою є важливими етапами при розробці та реалізації мікроконтролерної системи керування радіорозетками. Це допомагає забезпечити стабільну та надійну роботу системи, а також сприяє зручності у використанні та обслуговуванні.

3.3 Оптимізація, тестування та вдосконалення мікроконтролерної системи керування радіорозеток

Мікроконтролерна система керування радіорозетками є складною інженерною системою, яка виконує важливі функції управління електричним живленням різних пристроїв. Оптимізація, тестування та вдосконалення цієї системи є критичними етапами у процесі розробки інтелектуальних радіорозеток.

Під час оптимізації мікроконтролерної системи керування радіорозетками, основною метою є поліпшення її продуктивності та ефективності. Це означає зосередження на різних аспектах системи з метою досягнення кращої функціональності, швидкодії та надійності.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптимізація алгоритмів управління є однією з ключових складових оптимізації мікроконтролерної системи. Це може включати перегляд та покращення розподілу ресурсів системи, використання ефективних алгоритмів обробки даних, оптимізацію послідовності виконання операцій для максимальної швидкодії тощо. Метою є зменшення часу виконання операцій та оптимальне використання обмежених ресурсів мікроконтролера.

В програмному коді є алгоритми, які можна спростити їх. Оптимізацію обчислень, видалення зайвих кроків, покращення структур даних із більш ефективними альтернативами. `get_word()` алгоритм відповідає за отримання ідентифікатора слова з банку. Одним з можливих покращень є використання бітових операцій для перевірки умови `com > 0x10*bank && com < 0x16*bank`. Замість множення на `0x10` та `0x16`, можна використати зсуви вліво (`<<`) для поліпшення швидкості обчислень.

`new_bank()` алгоритм відповідає за вибір нового банку Voice Recognition Module V2. Один зі способів оптимізувати цей алгоритм – це використання більш ефективного управління затримками. Замість використання `delay(1000)` можна використовувати таймери або перехід до інших завдань під час очікування.

`command_UNIEL()` алгоритм відповідає за відправку команди розетці UNIEL через радіокомунікацію. Оптимізація може бути досягнута шляхом заміни послідовних викликів `mySwitch.switchOn()` та `mySwitch.switchOff()` одними багаторазовими викликами цих методів з використанням масивів даних. Це може зменшити накладні витрати на комунікацію.

`ledsOff()` алгоритм відповідає за вимкнення світлодіодів. Можливе покращення полягає у використанні масиву світлодіодів та циклу для їх вимкнення, замість окремих викликів `digitalWrite()` для кожного світлодіода.

У програмному коді присутні деякі затримки `delay()`, які можуть призводити до неефективного використання часу процесора. Є можливість переробки коду на основі неблокуючого програмування, використання таймерів або перехід до іншого підходу, що дозволить уникнути затримок.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка більш ефективних алгоритмів енергозбереження також є важливим аспектом оптимізації. Це означає розробку методів та стратегій, які дозволяють зменшити споживання енергії системою, зокрема в режимах очікування або незавантаженості. Це може включати управління живленням окремих компонентів системи, використання режимів сну та глибокого сну, а також оптимізацію роботи зовнішніх пристроїв та інтерфейсів з метою збереження енергії.

Вдосконалення комунікаційних протоколів є ще одним важливим аспектом оптимізації. Це означає розробку більш ефективних та надійних протоколів передачі даних між мікроконтролером та радіорозетками. Метою є забезпечення швидкої та стабільної комунікації, зменшення витрати енергії на передачу даних, а також забезпечення захисту від втрати або спотворення інформації.

Дані покращення можуть допомогти збільшити швидкість та ефективність програми, що відповідає вимогам проектно-технологічної системи.

Тестування є важливим етапом після внесення змін та оптимізації алгоритмів, якщо були корективи. Під час тестування оцінюється робота системи з новими алгоритмами, вимірюються показники продуктивності, часу реакції та витрат ресурсів. Запуск тестових сценаріїв із використанням підготовлених наборів даних. Під час виконання тестів можуть виявлятися некритичні проблеми, які не призводять до критичних збоїв або неправильної роботи системи, але можуть вплинути на показники продуктивності, часу відгуку та витрат ресурсів. Наприклад, можуть виникати малі затримки у виконанні деяких операцій, невелике зростання використання пам'яті або інші підсумкові втрати ефективності.

Після виявлення некритичних проблем проводиться аналіз та виправлення цих проблем. Це може включати подальшу оптимізацію алгоритмів, усунення недоліків у структурах даних, вдосконалення логіки обробки або інші зміни з метою поліпшення показників продуктивності та ресурсоемності системи.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі результатів тестування можуть визначатися подальші дії. Це можуть бути подальші оптимізації, удосконалення алгоритмів, впровадження нових функцій чи змін, а також планування майбутніх ітерацій розвитку системи.

Тестування після внесення змін та оптимізацій є важливим кроком для забезпечення якості та ефективності системи. Воно допомагає виявити потенційні проблеми, підтвердити успішність внесених змін та встановити базові показники продуктивності для майбутнього порівняння та вдосконалення.

Вдосконалення мікроконтролерної системи керування передбачає розробку та імплементацію нових функцій та можливостей, що поліпшують її функціональність. Нижче наведено деякі приклади певних вдосконалень:

- розробка нових алгоритмів керування – можна розробити та впровадити нові алгоритми керування, які дозволять системі ефективніше взаємодіяти з навколишнім середовищем. Нові алгоритми можуть поліпшити точність регулювання, швидкість відгуку системи, стійкість до збурень та інші характеристики керування;

- розширення комунікаційних протоколів – можна розширити можливості системи шляхом підтримки додаткових комунікаційних протоколів. Наприклад, додати підтримку бездротових протоколів передачі даних, таких як Wi-Fi або Bluetooth, щоб забезпечити зручне підключення та комунікацію з іншими пристроями чи системами;

- інтеграція з іншими системами – вдосконалення системи може включати інтеграцію з іншими системами або пристроями. Наприклад, можна розробити інтерфейси або протоколи, що дозволяють обмінюватися даними з іншими системами керування або вбудованими пристроями. Це розширить функціональність системи та підвищить її інтегрованість з іншими компонентами;

- розширення можливостей програмного забезпечення – можна вдосконалити програмне забезпечення, яке працює на мікроконтролері, шляхом додавання нових функцій або поліпшення існуючих. Це може включати розробку

нових модулів, бібліотек або інтерфейсів, що розширюють можливості програми та спрощують розробку додаткового функціоналу;

– оптимізація продуктивності – вдосконалення системи керування може включати оптимізацію продуктивності, щоб забезпечити швидкість та ефективність роботи. Це може включати використання оптимізованих алгоритмів, вдосконалення обробки даних або використання більш потужних апаратних ресурсів для забезпечення більшої швидкодії;

– підвищена безпека – розробка та впровадження нових функцій та алгоритмів, спрямованих на підвищення безпеки системи. Це можуть бути механізми автентифікації, шифрування даних, захист від атак та інші заходи безпеки;

– енергоефективність – оптимізація споживання енергії системою керування шляхом розробки енергозберігаючих алгоритмів, управління енергетичними режимами та підтримки сплячих режимів, коли система не використовується;

– розширені інтерфейси – додавання нових інтерфейсів взаємодії з системою, таких як сенсорні екрани, голосове керування, жестове керування або інтеграція з іншими пристроями через стандартизовані протоколи;

– віддалений доступ та моніторинг – розробка можливостей віддаленого доступу та моніторингу системи, що дозволяють операторам або користувачам віддалено контролювати та стежити за роботою системи з допомогою мобільних додатків або веб-інтерфейсів.

3.4 Висновок

Вдосконалення мікроконтролерної системи керування можна зазначити підвищення функціональності та розширення можливостей мікроконтролерної системи керування є важливим кроком у її розвитку. Загалом, вдосконалення мікроконтролерної системи керування є невід’ємною частиною її розвитку,

дозволяючи підвищити її функціональність, надійність та сумісність з сучасними технологіями. Це створює можливості для нових застосувань та забезпечує задоволення потреб користувачів.

ВИСНОВОК

У даній кваліфікаційній роботі була розроблена мікроконтролерна система керування радіорозетками, яка має на меті полегшити та автоматизувати процес управління електричними приладами у домашньому середовищі. Для досягнення цієї мети були використані відповідні методи та засоби, які були описані у роботі.

Під час реалізації проєкту робота проводилась послідовно, включаючи аналіз вимог, проєктування системи, програмування мікроконтролера, розробку необхідного апаратного забезпечення та тестування системи. Етапи роботи взаємопов'язані між собою, а результати, отримані на кожному етапі, детально описані та пояснені.

Отримані результати показали, що розроблена мікроконтролерна система керування радіорозетками є ефективним та надійним рішенням. Вона дозволяє здійснювати зручне та швидке керування електричними приладами з використанням радіо-сигналів. Впровадження цього програмно-технічного засобу може призвести до скорочення затрат часу, збереження людських та фінансових ресурсів, підвищення ефективності управління та покращення якості обслуговування клієнтів.

Розроблені програмно-апаратні засоби можуть бути використані в різних практичних сферах, окрім домашнього середовища. Наприклад, вони можуть бути застосовані для забезпечення зручності та ефективності управління пристроями на промислових підприємствах, в офісних приміщеннях та громадських місцях.

На основі результатів виконаної роботи можна зробити висновок, що розроблена мікроконтролерна система керування радіорозетками є успішним та перспективним рішенням. Впровадження цього засобу може призвести до поліпшення якості та зручності управління електричними приладами, а також

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечити економію ресурсів. Дальші можливі напрямки роботи включають розширення функціональності системи, підвищення її надійності та інтеграцію з іншими смарт-технологіями.

Одним з можливих напрямків роботи є розширення функціональності системи. Наприклад, можна розглянути включення додаткових сенсорів, які б дозволяли вимірювати рівень енергоспоживання підключених пристроїв або моніторити стан електромережі. Це надає можливість отримувати додаткову інформацію щодо енергоефективності та стану електромережі, що сприятиме ефективному управлінню енергією та забезпечить підвищення безпеки.

Іншим напрямком розвитку є інтеграція з іншими смарт-технологіями та платформами. Наприклад, можна розглянути можливість підключення системи до «розумного будинку» або інтерфейсу з платформами Інтернету речей (IoT), що дозволить інтегрувати керування радіорозетками з іншими системами автоматизації будинку. Це створить ще більш зручне та інтелектуальне середовище для користувачів та розширить можливості управління.

З урахуванням зростаючого інтересу до домашньої автоматизації та «розумних» технологій, розробка подібних систем стає дедалі більш актуальною. Вони можуть забезпечити не лише комфорт, ефективність та енергозбереження, але й сприяти зростанню якості життя і підвищенню безпеки у домашньому середовищі.

Застосування розробленої системи може мати позитивний екологічний вплив. Шляхом ефективного керування електричними приладами та автоматичного вимкнення вимикачів у неактивних режимах, система сприяє зменшенню енергоспоживання та викиду шкідливих викидів у атмосферу.

Розробка та впровадження мікроконтролерної системи керування радіорозетками має значний потенціал у поліпшенні ефективності та зручності управління електричними приладами, а також може знайти широке застосування в різних галузях.

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Історія винайдення радіо у світі та в Україні URL: <https://radio.nakupilo.ua/istoriya-vynajdennya-radio-u-sviti-ta-v-ukrayini/> (дата звернення 27.02.2023).

2. Технології інтернету речей. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42078/1/Zhurakovskiy_B_Zeniv_Tehnologii_internet_rechey.pdf (дата звернення 27.02.2023).

3. Беспроводной модуль NRF24L01 URL: <https://arduino.ua/ru/prod640-besprovodnoi-modul-nrf24l01palna-s-vneshnei-sma-antennai> (дата звернення 27.02.2023).

4. Ai-Thinker Багатофункціональний радіочастотний модуль Wi-Fi ESP32S, Bluetooth URL: <https://arduino.ua/cat126-wi-fi-esp8266> (дата звернення 27.02.2023).

5. Інфрачервоний інтерфейс IrDA URL: http://ni.biz.ua/8/8_8/8_86265_infrakrasniy-interfeys-IrDA.html (дата звернення 27.02.2023).

6. Технологія Bluetooth URL: https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_Bluetooth (дата звернення 02.03.2023).

7. Bluetooth Low Energy in Universal Windows Platform apps URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/uwp/devices-sensors/bluetooth-low-energy-overview> (дата звернення 02.03.2023).

8. Мобільний додаток для управління пристроями «Розумного дому»: URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28595/1/Mykytenko_bakalavr.pdf (дата звернення 02.03.2023).

9. Програмно-апаратний комплекс «ARDUINO LEARNER KIT» URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/359> (дата звернення 02.03.2023).

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Підсистеми керування електроживленням та відслідковування енергоспоживання в режимі реального часу на платформі Arduino в кіберфізичній системі «Розумний будинок» URL: <http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/10395> (дата звернення 02.03.2023).

11. Програмно-апаратний пристрій віддаленого керування системою відкриття гаражних воріт на базі Arduino URL: <http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/10440> (дата звернення 02.03.2023).

12. Програмне забезпечення для віддаленого керування освітленням в системі домашньої автоматизації URL: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/9622> (дата звернення 05.03.2023).

13. Стартовий набір SunFounder Starter Kit 3в1 for Arduino Uno (Середній рівень URL: <https://arduino.ua/prod5424-sunfounder-3-in-1-starter-kit-for-arduino-uno-intermediate-lever> (дата звернення 05.03.2023).

14. Автоматизована система на платформі Arduino для відновлення рухових функцій пост-інсультних пацієнтів URL: <https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/2463> (дата звернення 05.03.2023).

15. Дальність дії Bluetooth: на якій відстані він може працювати URL: <https://creativnost.com.ua/dalnist-di%D1%97-bluetooth-na-yakij-vidstani-vin-mozhe-pracyuvati/> (дата звернення 07.03.2023).

16. Шилд розширення портів вводу/виводу з XBee роз'ємом для Arduino V7.1 від DFRobot URL: <https://arduino.ua/prod307-shild-rasshirenie-portov-vvoda-vivoda-s-xbee-razyomom-dlya-arduino-v7-1-ot-dfrobot> (дата звернення 07.03.2023).

17. Вибір оптимальних рішень при побудові сучасних систем домашньої автоматизації URL: https://asn.kpi.ua/docs/anotations/master/Markin_ua.pdf (дата звернення 07.03.2023).

18. Математичні моделі електромагнітної обстановки приміщень, насичених радіоелектронною апаратурою URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42357/1/Semerych_bakalavr.pdf (дата звернення 10.03.2023).

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Аналіз технологій та стандартів зв'язку для мережі IOT URL: <http://journals.dut.edu.ua/index.php/sciencenotes/article/view/2283> (дата звернення 10.03.2023).

20. Роботизована рухома охоронна платформа URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38423/1/Mashkovtsev_magistr.pdf (дата звернення 11.03.2023).

21. Удосконалений спосіб побудови систем управління розумним будинком URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/39331/1/OliinykKV_magistr.pdf (дата звернення 11.03.2023).

22. Аналіз якості програмного забезпечення за допомогою програмних метрик URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51627/1/Smelyk_magistr.pdf (дата звернення 11.03.2023).

23. Програмно-апаратний пристрій моніторингу тиску в системі водопостачання на базі Arduino URL: http://elar.khmnu.edu.ua/bitstream/123456789/12076/1/%D0%A7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81_%D0%91%D0%90%D0%9A%D0%90%D0%9B%D0%90%D0%92%D0%A0_2022_1%20%281%29.pdf (дата звернення 11.03.2023).

24. Нефункціональні вимоги: типи, приклади та підходи URL: <https://visuresolutions.com/uk/> (дата звернення 11.03.2023).

25. Програмно-апаратний комплекс управління роботизованою платформою URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36638/1/Golets_bakalavr.pdf (дата звернення 11.03.2023).

26. Еволюція телекомунікацій за допомогою III URL: <https://ts2.space/uk> (дата звернення 15.03.2023).

27. 6 способів досягнення енергоефективності в промисловості URL: <https://ecolog-ua.com/news/6-sposobiv-dosyagnennya-energoefektyvnosti-v-promyslovosti> (дата звернення 15.03.2023).

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. Проектування інтерфейсу користувача веб-сайту з використанням функціонально-орієнтованого підходу URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/55567/1/Samoniuk_magistr.pdf (дата звернення 15.03.2023).

29. Файлова система ZFS – найкраща файлова система, можливо URL: <https://recoverysoftware.com.ua/blog/linux-file-system-zfs.html> (дата звернення 15.03.2023).

30. Історичні аспекти теорії мов програмування URL: http://baklaniv.at.ua/TMP/leksija_1-2020.pdf (дата звернення 20.03.2023).

31. SONOFF: 10 способів управління розумним будинком URL: <https://evo.net.ua/sonoff-10-sposobov-upravleniya-umnym-domom/> (дата звернення 15.03.2023).

32. Методична розробка «Ергономічні підходи щодо організації сучасного освітнього середовища» URL: <https://naurok.com.ua/metodichna-rozrobka-ergonomichni-pidhodi-schodo-organizaci-suchasnogo-osvitnogo-seredovischa-191406.html> (дата звернення 15.03.2023).

33. Тестування мультимовних додатків, поняття локалі URL: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/testing-multilingual-applications-locale/> (дата звернення 20.03.2023).

34. 6 переваг автоматизації бізнес-процесів URL: <https://powerautomate.microsoft.com/uk-ua/business-process-automation-benefits/> (дата звернення 20.03.2023).

35. Модуль на базі Arduino для вимірювання рівня радіаційного забруднення URL: [http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10407/1/%d0%9a%d0%b2%d0%a0%20%d0%a7%d0%b5%d1%80%d0%bd%d0%b8%d1%88%20%d0%9a%d0%86-17-2%20\(1\).pdf](http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10407/1/%d0%9a%d0%b2%d0%a0%20%d0%a7%d0%b5%d1%80%d0%bd%d0%b8%d1%88%20%d0%9a%d0%86-17-2%20(1).pdf) (дата звернення 15.04.2023).

36. Безпека та відеоспостереження URL: <https://oxorona.com/esp32/> (дата звернення 15.04.2023).

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

37. Arduino Pro Mini URL: <https://diy-arduino.com/arduino/arduino-pro-mini/> (дата звернення 17.04.2023).

38. Microchip ATMEGA32U4-AU URL: <https://octopart.com/atmega32u4-au-microchip> (дата звернення 17.04.2023).

39. Arduino Pro Mini URL: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/ProMini> (дата звернення 17.04.2023).

40. Програмно-апаратний пристрій моніторингу тиску в системі водопостачання на базі Arduino URL: <https://www.researchgate.net/> (дата звернення 18.04.2023).

41. UNITEC radio remote switch set, radio-controlled sockets, 3 sockets + 1 remote control, white URL: <https://www.amazon.de/-/en/UNITEC-remote-radio-controlled-sockets-control/dp/B002ZCX6C0> (дата звернення 18.04.2023).

42. Беспроводной передатчик 433 МГц FS1000A URL: <https://mikronika.net/product/wireless-transmitter-433mhz-fs1000a> (дата звернення 20.04.2023).

43. Voice Recognition Module V2 URL: https://cxem.net/arduino/files/arduino98_Manual_elechouse1.pdf (дата звернення 20.04.2023).

44. PlatformIO URL: <https://platformio.org/> (дата звернення 22.04.2023).

45. MPLAB X Integrated Development Environment (IDE) URL: <https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/develop/mplab-x-ide> (дата звернення 22.04.2023).

46. Keil MDK-ARM (Microcontroller Development Kit) URL: <https://www.keil.com/emulators/tpcl/439.htm> (дата звернення 23.04.2023).

47. Використання розширення Visual Studio Code URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/power-apps/maker/portals/vs-code-extension> (дата звернення 23.04.2023).

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

48. Arduino и Visual Studio Code URL: <https://medium.com/nuances-of-programming/arduino-%D0%B8-visual-studio-code-a456ccf08e5f> (дата звернення 23.04.2023).

49. Що таке Arduino? Дізнайтеся про цю платформу електроніки з відкритим вихідним кодом URL: <https://ua.phhsnews.com/articles/howto/what-is-arduino-learn-about-this-open-source-electronics-platform.html> (дата звернення 01.05.2023).

50. Що таке Ардуїно? URL: <https://vseplus.com/ua/article/cto-takoe-arduino-783> (дата звернення 01.05.2023).

51. Библиотека SoftwareSerial URL: <https://doc.arduino.ua/ru/prog/SoftwareSerial> (дата звернення 20.05.2023).

52. rc-switch URL: <https://www.arduinolibraries.info/libraries/rc-switch> (дата звернення 20.05.2023).

53. Узагальнена функціональна схема мікроконтролера керування електронним пристроєм URL: <https://studfile.net/preview/9271551/page:6/> (дата звернення 20.05.2023).

					КВРКІ 190210.19.01.09 ПЗ	Арк. 67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Ім'я користувача:
Кафедра КІ

Дата перевірки:
01.06.2023 15:04:31 EEST

Дата звіту:
01.06.2023 15:06:33 EEST

ID перевірки:
1015369301

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
10005591

Назва документа: Дідух_Мікроконтролерна система керованих радіорозетками

Кількість сторінок: 69 Кількість слів: 13069 Кількість символів: 104419 Розмір файлу: 1,003.40 KB ID файлу: 1015035704

4.61% Схожість

Найбільша схожість: 0.88% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015035636)

4.03% Джерела з Інтернету

440

Сторінка 71

2.91% Джерела з Бібліотеки

246

Сторінка 75

0.44% Цитат

Цитати

3

Сторінка 76

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

1

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилки в документах: 15%**

ID: 114462 Назва: БКР Мікроконтролерна система керованих радіорозетками Додано в БД: 2023-06-01 Автора: В.А. Дідух Керівники: С.М. Лисенко Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	96474	720	975 (1%)	8 (1%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Дідух Вадим Анатолійович

Тема: Мікроконтролерна система керування радіорозетками

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 55

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є мікроконтролерна система керування радіорозетками

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження предметної області мікроконтролерної системи керування радіорозетками. Вивчено принцип роботи радіорозеток та їхні можливості, проаналізовано варіанти комунікації та дистанційного керування. На основі цього була сформульована постановка задачі для розробки системи з необхідними вимогами до функціональності та безпеки.

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено проектування мікроконтролерної системи керування радіорозетками. Було розроблено апаратну частину системи, включаючи вибір необхідних компонентів, а також взаємодію модулів між собою. Створено фізичну схему мікроконтролерної системи і проведено вибір середовища розробки.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано програмно-апаратну реалізацію мікроконтролерної системи керування радіорозетками. Було зібрано апаратну частину системи, підключено необхідні компоненти та написано програмне забезпечення для мікроконтролера. Після цього було проведено тестування системи, в результаті якого виявлено та виправлено можливі проблеми та помилки.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: здійснений неповний аналіз мікроконтролерної системи керування радіорозетками.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи. Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: добре, 4.5 В

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Доцент кафедри інженерії програмного забезпечення, к.т.н., доц. Гурман І.В.

“30” травня 2023 р.

Гурман І.В. (підпис)

Завідувачу кафедри КПС
д-р.техн.наук, проф. Говорушенко Т. О.

Дідуха Вадима Анатолійовича

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

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

01.06.2023

дата

Дідуха

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Мікроконтролерна система керування радіорозетками

Автор: Дідух Вадим Анатолійович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Лисенко Сергій Миколайович, д.т.н, професор

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

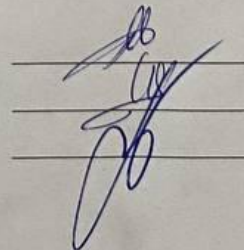
- 1) запозичення, які викладені в розділах аналізу наявних аналогів та прототипів, не пов'язані безпосередньо з моїм дослідженням і не стосуються отриманих результатів;
- 2) всі цитовані джерела є фрагментарними або мають належним чином оформлені посилання;
- 3) окремі співпадиння, виявлені у тексті, є загальноприйнятими фразами або виразами, оскільки система посилається на збіг з певними джерелами лише на один фрагмент речення;
- 4) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано послідовності програмного коду, які є вхідними даними до програмно-технічного засобу і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
- 5) усі виявлені системою ознаки модифікації тексту включають комбінації латинських символів з україномовними скороченнями індексів у формулах. Однак ці модифікації не впливають на зміст тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 4.61% і адресується до 440 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КПС



С. М. Лисенко

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко