

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіoeлектроніки,
Факультет комп'ютерних наук і технологій
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра програмних засобів
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КЕРУВАННЯ
ОСВІТЛЕННЯМ ЧЕРЕЗ BLUETOOTH НА БАЗІ ARDUINO
DEVELOPMENT OF BLUETOOTH LIGHTING CONTROL
SOFTWARE BASED ON ARDUINO

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи КНТ-118
Спеціальності 121 Інженерія програмного
забезпечення

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Інженерія програмного забезпечення

Нейчев Ф.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Гладкова О.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Зеленьова І.Я.

(прізвище та ініціали)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4 Основна частина	Гладкова О.М., доцент		
Нормоконтроль	Липовець М.В., асистент		

7. Дата видачі завдання “ 04 ” квітня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдання роботи.	1 тиждень	Завдання, ТЗ
2	Аналіз предметної області.	1 тиждень	Розділ 1
3	Розробка архітектури програми.	2 тиждень	Розділ 2
4	Розробка програми.	3-4 тижні	Розділ 3
5	Тестування та експериментальне дослідження програми.	5 тиждень	Розділ 4
6	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї.	6 тиждень	Додатки
7	Нормоконтроль та рецензування.	7 тиждень	
8	Захист роботи.	8 тиждень	

Студент(ка)

(підпис)

Нейчев Ф.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Гладкова О.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра: 67 с., 31 рис., 6 табл., 2 дод., 21 джерело.

ОСВІТЛЕННЯ, СВІТЛОДІОД, ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ, ARDUINO, BLUETOOTH.

Об'єкт дослідження – програмні та апаратні засоби для керування освітленням.

Предмет дослідження – програмно-апаратні системи для дистанційного керування освітленням у приміщенні.

Мета роботи – створення програмного забезпечення та апаратної частини системи дистанційного керування освітленням у приміщенні через Bluetooth.

Матеріали, методи та технічні засоби: функціональне програмування, C-подібні мови програмування, програмно апаратний комплекс Arduino, Android застосунок, бібліотеки Bluetooth, ноутбук з процесором Intel Core i5 з операційною системою Windows.

Результати. Створено програмно-апаратну систему на основі платформи Arduino, яка дозволяє дистанційно керувати освітленням з будь-якої точки невеликого приміщення (наприклад кімнати).

Висновки. Розроблено програмне забезпечення та апаратну частину систем на основі платформи Arduino, для дистанційного керування світлодіодом через Bluetooth за допомогою Android застосунку.

Галузь використання – повсякденне життя, невеликі приміщення, квартири.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma qualifying work of the bachelor: 67 pages, 31 figures, 6 tables, 2 appendixes, 21 sources.

LIGHTING, LED, REMOTE CONTROL LIGHTING, ARDUINO, BLUETOOTH.

The object of research is software and hardware for lighting control.

Subject of the study - software and hardware systems for remote control of lighting in the room.

The purpose of the work is to create software and hardware for the system of remote control of lighting in the room via Bluetooth.

Materials, methods, and tools: functional programming, C-shaped programming languages, Arduino software and hardware, Android application, Bluetooth libraries, laptop with Intel Core i5 processor with Windows operating system.

Results. A software and hardware system based on the Arduino platform has been created, which allows you to remotely control lighting from anywhere in a small room.

Conclusions. Developed the software and hardware for systems based on the Arduino platform for remote control of the LED via Bluetooth Android application.

The field of use - everyday life, small rooms, apartments.

ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень та умовних познач.....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз предметної області.....	11
1.1 Сфери використання дистанційного керування	11
1.2 Аналіз різновидів систем управління приладами.....	13
1.3 Огляд та вибір типу дистанційного керування освітленням	19
1.4 Висновок до розділу 1	22
2 Вибір інструментарію розробки	23
2.1 Огляд та вибір апаратно-програмної платформи для розробки системи	23
2.2 Вибір комплектуючих системи дистанційного керування освітленням	26
2.3 Огляд та вибір середовища розробки.....	29
2.4 Висновки до розділу 2	32
3 Основні рішення щодо реалізації компонентів системи.....	33
3.1 Схема управління освітленням	33
3.2 Алгоритм роботи системи	33
3.3 Схема електрична принципова апаратної частини системи.....	35
3.4 Основні розроблені функції програмного забезпечення	37
3.5 Висновки до розділу 3	39
4 Інструкції по використанню для користувача.....	40
4.1 Інструкції налаштування апаратної частини прототипу системи керування освітленням	40
4.2 Інструкція налаштування смартфона до роботи з прототипом.....	43
4.3 Робота з прототипом системи дистанційного керування освітленням .	46
4.4 Висновки до розділу 4	50
Висновки	51

Перелік джерел посилання	53
Додаток А Текст програми.....	55
Додаток Б Слайди презентації	59

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

ІЧ – інфрачервоний;

ПДУ – пульт дистанційного управління;

ПК – персональний комп'ютер.

ВСТУП

Технології розвиваються з шаленою швидкістю, у кожного з нас зараз є смартфони, на якому встановлені програми, які дозволяють нам залишатися на зв'язку з нашими друзями та родиною, отримувати найновішу інформацію про погоду або бути в курсі останніх новин. Наразі все це вже зрозумілі технології, які давно використовуються людиною. Наступний крок використання цієї дивовижної швидкості обробки та передового методу зв'язку, яка є в наших смартфонах є Smart системи, та керування різними приладами на відстані.

Нова побутова техніка багато в чому відрізняється від тієї, що випускалася 5-10 років тому. Більшість пристроїв комплектується Wi-Fi-модулями для синхронізації зі смартфоном для управління будь-якими налаштуваннями, достатньо лише встановити програму.

На сьогодні «розумні» системи вміють вже багато чого, та використовуються у нашому повсякденному житті, такі системи, наприклад, як дистанційне керування світлом. Грамотне облаштуване дистанційне керування освітленням дає можливість коректне включати та вимикати розташовані на відстані джерела світла, послаблювати або посилювати загальну інтенсивність підсвічування у разі потреби.

Наявність «розумної» системи підвищує рівень комфортності приміщення, знижує витрати енергетичного ресурсу та дозволяє контролювати освітлювальне обладнання, знаходячись на відстані від джерела світла. Таким чином, тема даної роботи є актуальною.

Такі системи та пристрої відрізняються між собою характеристиками та форматом передачі даних. Також виробники можуть надати різну характеристику, що може не відповідати дійсності. Перед тим як купувати таку систему або обладнання необхідно та обов'язково буде розібратися з тим, що виробник пропонує та чи підходить це вам. Крім того системи можуть буди значно складними у встановленні.

Таким чином, в даній роботі буде розглянуто побудову простої апаратно-програмної системи керування освітленням через Bluetooth, яка буде керуватися через мобільний застосунок.

Для цього необхідно вирішити наступні завдання:

- виконати аналіз існуючих систем;
- обрати інструменти для розробки системи;
- розробити алгоритм роботи системи;
- побудувати схему електричну-принципову системи керуванням освітленням;
- розробити програму для дистанційного керування освітленням.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Сфери використання дистанційного керування

Як показало дослідження практично у кожній сфері є приклади використання дистанційного керування. На рисунку 1.1 ці сфери з'єднані в одну схему де можна побачити різновид цих сфер.

В авіації. Практично всі засоби авіоніки та інше бортове обладнання управляються за допомогою пультів дистанційного керування в кабіні пілотів, дистанційного управління є також в наземному обладнанні.

У космічній техніці. Технологія дистанційного керування також використовувалася у дослідженнях космосу. Але пряме дистанційне керування космічними апаратами на великих відстані непрактично через зростаючу затримку сигналу. Для управління обладнанням та двигунами космічного корабля в кабіні космонавтів є ПДУ [1].

У техніці зв'язку. Дистанційне керування можуть мати ретранслятори, радіомаяки, а також зв'язкові радіостанції, радіолокатори та інші системи.

У робототехніці. Відмінною ознакою дистанційно керованих маніпуляційних роботів, що однозначно виділяє їх з усього сімейства робототехнічних систем, є обов'язкова участь людини-оператора в процесі управління їхніми діями [2].

У системах «розумний» будинок, «розумний» город та різних Smart-системах [3].

В охоронних системах та системах допуску. Управління воротами і шлагбаумами часто проводиться з приміщень, з використанням ПДУ, також за допомогою дистанційного керування можна керувати зовнішнім і внутрішнім освітленням, камерами відеоспостереження і так далі.

У моделюванні. Широко поширені моделі різних апаратів (напр. моделі автомобілів, літаків, кораблів) з дистанційним радіоуправлінням. Також аналогічні дитячі іграшки.

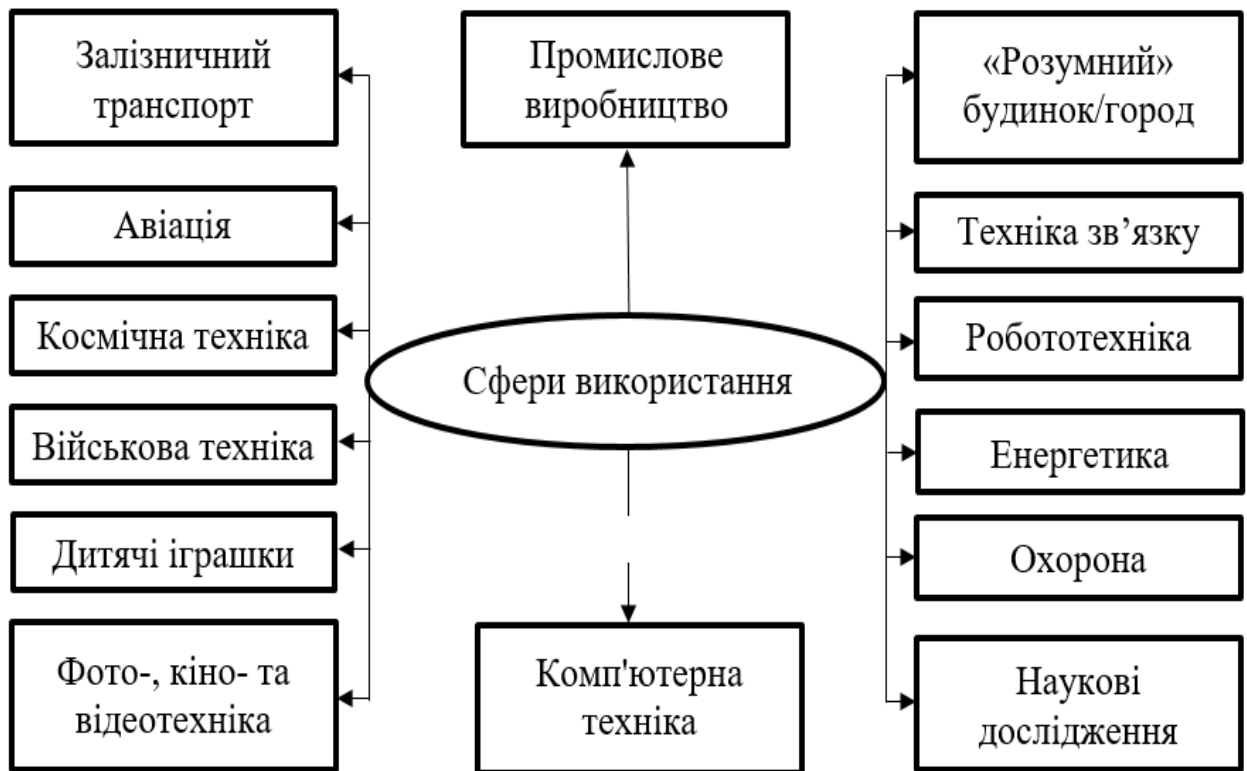


Рисунок 1.1 – Сфери використання дистанційно керованих приладів

У комп'ютерній техніці. Донедавна ігрові приставки використовувалися виключно провідні контролери (частково з тієї причини, що гравцеві важко грати і зберігати інфрачервоний передавач спрямованим на приставку) [2].

У фото-, кіно- та відеотехніці. Вперше дистанційне управління з'явилося в прикладних областях, таких як аерофотозйомка, а також наукові фотографії та кіно. Крім спуску затвора, пульти нових фотоапаратів дозволяють керувати лупою та деякими іншими параметрами. Більшість системних спалахів оснащується функцією дистанційної синхронізації по інфрачервоному каналу зв'язку для можливості використання додаткових спалахів, що розміщуються окремо від камери.

У військовій справі. У війні застосовуються спеціальну дистанційно керовану різноманітну техніку.

На залізничному транспорті та в метро. ПДУ застосовуються, щоб керувати обладнанням поїздів, колійним обладнанням, обладнанням станцій (ескалатор, освітлення тощо. буд.).

На водному транспорті. Значна частина суднового обладнання керується за допомогою дистанційного керування.

У промисловому виробництві та будівництві. Деякі види виробничого та будівельного обладнання можуть керуватися за допомогою дистанційного керування [1].

В електроенергетиці дистанційне управління використовуються для управління об'єктами енергосистеми та управління енергоспоживанням.

У лабораторному устаткуванні. Деякі види лабораторного обладнання керуються за допомогою ПДУ.

1.2 Аналіз різновидів систем управління приладами

Як свідчить дослідження [4] системи віддаленого керування освітленням бувають автоматичними, напівавтоматичними та ручними.

Перші найефективніше проявляють себе у великогабаритних житлових котеджах, будинках і будовах, на великих ділянках та масштабних прибудинкових територіях. Через контролер підключаються до комп'ютера і програмуються виконувати завдання будь-якої складності. Коштують дорого, але повністю беруть на себе керування освітленням на об'єкті.

Напівавтоматичні системи добре працюють у приватних домоволодіннях, де не потрібно контролювати велику кількість джерел світла.

Ручні варіанти передбачають дистанційне керування одним або групою освітлювальних приладів за допомогою пульта дистанційного керування (ПДУ) або контролера. Установка таких модулів дуже проста і не потребує участі вузькопрофільних спеціалістів.

Програмно-апаратний комплекс не тільки керує своєчасною активацією та деактивацією світлопотоку. Це дозволяє безперервно підтримувати у приміщеннях рівень освітленості, що відповідає загальноприйнятим базовим нормам.

Дистанційні системи, призначені для автоматичного управління освітлювальними приладами та елементами, поділяються на два основні класи: локальні, централізовані.

Устаткування локального типу контролює одну групу світильників. Централізований комплекс припускає підключення до комунікаційного вузла необмеженої кількості роздільно керованих джерел світла.

Локальні керуючі системи. Локальні блоки управління поміщаються в компактні, малогабаритні корпуси і кріпляться безпосередньо на світильник або лампову колбу. Датчики, що фіксують сигнал, є єдиним електронним комунікатором, що вбудовується в систему [4].

Централізована автоматична система. Основу централізованого контролюючого обладнання становлять мікропроцесори, здатні одночасно регулювати повноцінну роботу кількох сотень джерел світла. Комунікатори з такою комплектацією не тільки керують процесом освітлення приміщень, але й грамотно взаємодіють з телефонними мережами, пожежними сигналізаціями та іншими інженерними системами (охорона та безпека, вентиляція, димовідведення, кондиціонування та опалення). Додатково комплекси централізованого типу вловлюють сигнали локальних датчиків і подають керуючі імпульси на освітлювальні прилади, що під контролем. Обробка та перетворення сигнальної інформації відбуваються всередині єдиного вузла.

Керуючі системи напівавтоматичного типу є блоком з декількома тумблерами, що вбудовується в розподільний щит. Програмуються на активацію та деактивацію освітлення у певних кімнатах та зонах прибудинкової території у зручний для господарів час. Не передбачають підключення до системи управління всіх житлових приміщень, робочих споруд та частин прилеглої ділянки.

Дослідження [5] в сфері робототехніки, основною базою якої є автоматичні маніпуляційні роботи з програмним управлінням, говорять про те, що вирішення одного з найбільш актуальних завдань - виключення ручної

праці людини зі сфери виробництва, має також її недоліки. У цьому як забезпечується підвищення продуктивності з допомогою інтенсифікації технологічних процесів, а й істотно поліпшується якість проведених робіт, підвищується надійність виконання операцій.

Однак використання автоматично діючих приладів, часто званих маніпуляторами з програмним управлінням, вимагає серйозної підготовки, організації більш тісної взаємодії з іншим технологічним обладнанням. Зазвичай, дії приладу у складі устаткування автоматизованого виробництва суворо визначено його призначенням, тобто. обмежені якоюсь однією сферою застосування.

При цьому ефективність експлуатації автоматичного приладу та якість виконуваної ним роботи визначаються багато в чому ступенем його узгодження з іншим технологічним обладнанням у строго детермінованих умовах робочої зони.

Таким чином, зміна умов у робочій зоні вимагає адаптації промислового приладу при його програмному управлінні. Засоби адаптації, входними елементами яких є датчики відчуття маніпуляційного пристрою, так і датчики інформації про умови в робочій зоні, істотно ускладнюють робототехнічну систему, зменшуючи при цьому і надійність її роботи. Досить велику складність представляє формалізоване опис довкілля - робочої зони робота, необхідне під час програмування дій робота в недетермінованих умовах робочої зони.

Цим визначається висока ефективність дистанційного управління під час введення програми у систему автоматичного управління, тобто. у режимі навчання.

При дистанційному навчанні робота людина має можливість безпосередньо оцінювати умови у робочій зоні. Ступінь участі людини в управлінні маніпуляційним роботом не тільки визначається складністю операції, що виконується, але і істотно залежить від структури системи і принципу дистанційного управління.

Супервізорне та діалогове управління дозволяють значною мірою звільнити людину від виконання найпростіших рухів, що повторюються.

Дуже ефективними під час виконання різноманітних операцій з допомогою маніпуляторів універсального призначення є системи комбінованого дистанційно-автоматичного управління.

У подібних робототехнічних системах оператор підключається до управління лише у моменти виконання найскладніших дій маніпуляційного робота [5].

Наявність дистанційного режиму дозволяє забезпечити та оперативну корекцію програми діючого приладу.

Найбільш актуальним є перехід з автоматичного на дистанційне ручне управління у непередбачених, заздалегідь не запрограмованих ситуаціях і особливо в аварійних умовах. Оперативне втручання людини в процес автоматичної дії робототехнічної системи дозволяє в ряді випадків здійснити складні ремонтні роботи без істотного ускладнення самої системи управління.

Виходячи з аналізу існуючих систем керування освітленням та різновидів варіантів дистанційного керування можна звести все у таблицю загального порівняння існуючих рішень (табл. 1.1).

На сьогоднішній день найрозповсюджений приклад використання різних видів керування приладами є системи управління розумним будинком. Вона є одним із пріоритетних напрямків розвитку автоматизованих систем. У сучасній системі розумного будинку, що має відкриту архітектуру, кожна з систем працює в оптимальному режимі за рахунок взаємообміну даними з іншими системами будівлі, що дозволяє максимізувати ефективність роботи всієї системи в цілому. Існують такі методи управління розумним будинком: автоматичне керування розумним будинком на основі датчиків; управління розумним будинком за допомогою ПДУ та панелі керування; дистанційного керування.

Таблиця 1.1 – Загальне порівняння існуючих рішень

Критерії	Різновиди систем управління приладами		
	автоматичні	напівавтомат	ручні з дистанційним керуванням
Площа дії	Великі приміщення, та прибудинкові зони	Середні, малі приміщення	Малі, квартири
Встановлення та налаштування	Складне, потребує багатьох знань та навичок в електротехніці та електроніці.	Складне, також потребує знань в області електроніки	Просте, з мінімальним знанням у електроніці
Участь людини у керуванні	Повністю автономне, не потребує людського втручання.	Керуються у складних ситуаціях та автоматично працює у простих, повторюваних.	Повне дистанційне керування людиною.
Адаптація до зовнішніх умов	Слідують строго заданому алгоритму програми. Не гнучкі.	Гнучкі до змін.	Гнучкі до змін, оскільки повністю керуються людиною.

Система управління домом на основі датчиків та мікроконтролерів використовується для управління таких систем, як: системи клімат контролю, системи безпеки, системи контролю освітлення, системи контролю доступу та ін. В системі міститься наступні типи датчиків: датчик присутності, датчик диму, датчик руху, датчик температури, датчик освітлення, датчик протікання води і т.д.

Керування розумним будинком за допомогою ПДУ та панелі керування Пульти дистанційного управління та панель керування – найбільш поширений керуючий пристрій. Вибір ПДУ широкий: від пульта з однією кнопкою до універсального пульта, здатного керувати практично всіма побутовими приладами. ПДУ використовується для передачі основних команд, таких як увімкнення та вимкнення світла або зміна його яскравості. Існують різні методи передачі сигналів пульта дистанційного управління: ІЧ, радіо та Bluetooth. В даний час найпоширенішим ПДУ є універсальний пульт. Універсальний пульт дистанційного керування – це різновид ПДУ, призначений для керування кількома побутовими пристроями.

Трансивер призначений лише передачі сигналів від пульта іншим пристроям з електропроводки. З його допомогою всі команди, які ми подаємо з пульта, передаються відповідним пристроям, що знаходяться у будь-якому місці будинку. Бувають також трансівери, які можуть керувати електричними приладами. І тут трансівер як передає сигнали від пульта, а й виконує ті команди, які йому посилаємо [5].

Система дистанційного управління (СДУ) будинком – керування будинком з комп'ютера або мобільного телефону. Для керування домом за допомогою комп'ютера потрібна наявність сервера системи розумний будинок. З одного боку сервер вбудовується в локальну мережу (це і кручена пара і точки доступу Wi-Fi) вдома, з іншого підключається до інформаційної системи управління. Далі сервер перетворюється на простого посередника: він перенаправити команди, що прийшли локальною мережею від нас до керуючих пристроїв будинку. І навпаки він збирає інформацію від систем будинку і надсилає її нам локальною мережею. Не потрібно звикати до нового інтерфейсу - сервер СДУ - це вебсервер, тому для спілкування з ним ми використовуємо звичайний веббраузер. Ця утилітарність дає ще одну важливу перевагу: якщо локальна мережа підключена до Інтернету, то не обов'язково знаходиться вдома – можемо бути будь-де – спілкування з розумним будинком буде виглядати абсолютно також. Посередником між нами та будинком може виступати як стаціонарний комп'ютер, так і портативний комп'ютер чи телефон.

Віддалений контроль зазвичай доступний з мобільного телефону або через Інтернет. Практичність цієї опції сумнівів не викликає. Заздалегідь увімкнувши освітлення, ми зможемо створити необхідну для комфорту освітлення та температуру у приміщенні до свого приїзду. Або, надіславши запит зі свого телефону, ви дізнаєтеся про поточний стан СДУ будинку та за необхідності відрегулюєте її роботу. Для захисту від несанкціонованого доступу зазвичай використовують введення пароля [3].

1.3 Огляд та вибір типу дистанційного керування освітленням

Дистанційне керування складається з: передавача (ПДУ), приймача та виконавчих механізмів (реле, світлодіодів тощо). СДУ розрізняються насамперед за типом каналу зв'язку. Умовно можна розділити їх на два типи: дротовий та бездротовий [1].

Дротовий використовується там, де предмети віддалені один від іншого на невеликій відстані. Він забезпечує миттєву неспотворену передачу даних від передавача до приймача.

Коли керування виконавчими механізмами, що знаходяться в одному приміщенні (або не приміщенні) ведеться з диспетчерського пульта або з посту кнопки розташованого в іншому місці. У такому випадку забезпечується електричне провідне з'єднання керуючих ланцюгів і виконавчих пристроїв (реле, контакторів, які включають механізми типу двигунів або системи, наприклад, освітлення) [6].

Бездротовий . У цьому варіанті не потрібно електричного з'єднання керуючих та виконавчих ланцюгів. У бездротовій схемі є два пристрої: передавач або пульт дистанційного керування (ПДУ) та приймач, який входить до складу керованого ланцюга. Бездротове управління у свою чергу поширене у двох варіантах:

За оптичним сигналом. Такі системи є в кожному будинку, так що ви керуєте роботою телевізора, кондиціонера та іншої побутової техніки.

По радіосигналу. Тут вже ціла низка варіантів: Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi, приймачі-передавачі 433 мГц та інші варіації на цю тему.

Радіоканал (радіоуправління) - використовується, головним чином, для управління рухомими об'єктами - радіокерованими спортивними моделями та іграшками, мобільними об'єктами; або в ситуаціях, коли передавач та приймач не можуть перебувати в зоні прямої видимості.

Інфрачервоний канал – використовується, як правило, для побутової електроніки.

Крім того у роботі виділяється ще ультразвуковий канал - використовується рідко, для управління мобільними та стаціонарними об'єктами на порівняно невеликій відстані [1].

Варто відзначити, що за сучасних технічних засобів ви можете керувати мікроконтролером, як з пульта дистанційного керування, так і через інтернет у локальній мережі або з доступом з будь-якої точки світу.

Найпростіший та класичний варіанту – управління пристроєм шляхом передачі коду з послідовності мерехтінь ІЧ-світлодіода оптоприймач, встановлений на пристрої. Варто зазначити, що ІЧ-спектр невидимий для ока, але його бачить більшість фото-відео камер.

Таке управління має очевидний недолік – ви повинні спрямовувати пульт у бік приймача. А якщо батарейки в пульті, що сів, то доводиться ще й цілитися, так як спрацьовування стають все рідше і рідше. Переваги полягають у простоті, високій ремонтпридатності, як передавача, так і приймача. Можна знайти деталі, розібравши поламани пульти та телевізори, щоб це застосувати у власних проєктах.

Радіосигнал приймання та передача. Для використання з мікроконтролерами поширені передавачі з робочими частотами 433 мГц або 315 мГц, можуть бути інші частоти, залежить від конкретної плати, але ці найбільш поширені. Система складається з двох вузлів – приймача та передавача [6].

Прилади на радіохвилях не засмічують ефір у процесі роботи та коректно відправляють сигнал джерелу світла, що знаходиться поза зоною безпосередньої видимості. Базова область дії пристроїв становить близько 100 м, однак цей показник у 3-4 рази знижується за наявності в приміщенні або на прилеглий території природних перешкод. Має малий радіус дії та відправляє імпульс на відстань, що не перевищує 12 метрів за наявності потужного передавача.

Радіохвильові пристрої мають 7-10 кнопок, здатних контролювати не один прилад, а конфігуровану групу. Наприклад, в один клік активувати

освітлення на пригаражному майданчику та паралельно відкривати ворота для в'їзду автомобіля [4]. Загалом всі типи дистанційного зв'язку можна звести в одну таблицю (табл. 1.2.).

Таблиця 1.2 – Типи дистанційного зв'язку

Тип зв'язку		Опис
Бездротовий	ІЧ	Інфрачервоний пристрій працює надійно та чітко передає команди, але лише у зоні прямої видимості
	Радіо	Необхідне встановлення мікроконтролера як на приймачі так і на передавачі.
	Bluetooth	Встановлення Bluetooth приймача на приладі освітлення та смартфон.
	Wi-Fi	Необхідно підключення до мережі Інтернет та смартфон або комп'ютер. Встановлення Wi-Fi приймача на прилад освітлення.
Дротовий		Потребує прокладки дротам між приймачем та передавачем. Передача сигналу миттєва та без помилок та змін.

Виходячи з принципу дії та конструкції, будь-яке дистанційне реле - це насамперед блок управління живленням із приймачем сигналу. Він може бути встановлений в електрощиток або в інсталяційну коробку і навіть просто на стіну.

Передача та прийом сигналу здійснюється через пульт дистанційного керування, смартфон або комп'ютер, залежно від типу покриття (WiFi, GSM або радіохвилі). Принцип роботи простий: приймач отримує сигнал, активує розчіплювач та відповідна лінія живлення (канал) вмикається або навпаки – вимикається.

Найбільш поширений випадок використання – віддалене включення освітлення.

Це не єдиний можливий варіант і часто краще (щоб уникнути прокладки додаткової проводки, установки ще одного вимикача, штукатурки стін, та проклейки шпалер). Це досить частий приклад: коли для освітлення спальні один вимикач ставиться на вході, а ще один біля ліжка. Це порятунок для обмежених бюджетів. Щоб підключити електроспоживачі у будинку чи квартирі, не потрібно навіть витратитися на ремонт. Така схема не тільки дешевша, але й надійніша, ніж керування побутовою технікою з вже вбудованою функцією WiFi [7].

1.4 Висновок до розділу 1

В розділі було проаналізовано сфери дистанційного керування, різновиди систем дистанційного управління приладами та типи зв'язку дистанційного управління.

В результаті аналізу типів дистанційного управління можна зробити висновки: при дистанційному управлінні за допомогою пульта дистанційного керування може виникати несанкціонований доступ до пристроїв електромережі, так як можливе попадання керуючих сигналів з однієї квартири через електричну мережу в іншу квартиру; можлива зовнішня атака на домашню мережу за допомогою "чужого" радіопульта, так як система не передбачає жодної системи паролів і передбачає сумісність будь-якого передавача управляючих сигналів з будь-яким приймачем. Таким чином було обрано тип з'єднання Bluetooth та додатково встановлену програму для комфортнішої роботи між приладом та смартфоном.

2 ВИБІР ІНСТРУМЕНТАРІЮ РОЗРОБКИ

2.1 Огляд та вибір апаратно-програмної платформи для розробки системи

Існує безліч багатофункціональних налагоджувальних платформ, що використовуються при розробці додатків для мікроконтролерів та комп'ютерів, що вбудовуються. Сьогодні найбільш популярні серед них: Raspberry Pi [8] та Arduino [9]. Далі буде порівняно технічні характеристики, а також, яке рішення краще використати для того чи іншого проєкту. Зовні дві плати дуже схожі, проте це пристрої різних класів.

На платі встановлено мікроконтролер AVR від Atmel (різні моделі), є вхід живлення, а також набір контактів вводу-виводу. Arduino не є повноцінним комп'ютером – по суті це мікроконтролер з деякою периферією для нормальної роботи: стабілізатором живлення, кварцовим резонатором, ланцюжками скидання тощо. Операційної системи (вбудовуваного або загального призначення) немає, а код створюється за допомогою однойменного середовища розробки і закачується в мікроконтролер за допомогою спеціального завантажувача через інтерфейси RS-232, USB або Ethernet, залежно від складу периферії плати.

Пристрій спрощує роботу з електронікою художникам, дизайнерам, школярам та студентам, ентузіастам Інтернету речей (IoT) та робототехніки, а також усім, хто цікавиться створенням інтерактивних об'єктів чи середовищ. Програмувати мікроконтролер у IDE Arduino потрібно на C/C++, але доступні й альтернативні варіанти, оскільки платформа повністю відкрита (включаючи апаратну частину). Можна використовувати професійні пакети, на зразок Eclipse або Microsoft Visual Studio, а також простіший софт, на кшталт дитячого візуального середовища Scratch for Arduino [10].

Основна функція плати Arduino – взаємодія з гаджетами та датчиками. Вона відмінно підходить для вирішення завдань тестування прототипів обладнання, дозволяючи вийти за межі віртуального світу для взаємодії з

фізичним оточенням. Конструкції на базі Arduino можуть отримувати інформацію за допомогою датчиків, а також керувати різними виконавчими пристроями. Наприклад, саморобний активно використовують їх у рішеннях для розумного будинку чи простих роботах.

У сімействі Arduino є моделі різної конфігурації: Uno, Nano, Micro, DUE, MKR та інші. Деякі навіть оснащуються контролерами ARM. Цікавою особливістю платформи є можливість підключення т.з. шилдів (плат розширення) для підтримки Bluetooth, Ethernet, GPRS, різноманітних датчиків та багато чого ще. Функції сумуються, тому ви можете додати кілька шилдів на одну плату, а ще вони дозволяють позбавитися проблем із зайвими проводами: плати спроектовані для монтажу через штирьові роз'єми. Корпус та монтажний конструктив не передбачені – про них потрібно подбати самостійно [11].

Оскільки апаратна частина також відкрита, крім оригінальних продуктів під маркою Arduino існує безліч сумісних клонів. Загалом, це чудовий конструктор для експериментів, різноманітних саморобок та розв'язання задач, що не потребують високої обчислювальної потужності. Чи варто його застосовувати у критичних галузях? Спірне питання. Для цього все-таки краще надійніші промислові пристрої.

На відміну від Arduino, Raspberry Pi – повноцінний комп'ютер із мікропроцесором ARM. Конфігурація серйозніше простого мікроконтролера: 1 ГБ, 2 ГБ або 4 ГБ оперативної пам'яті LPDDR4 SDRAM, відеовихід, 2 порти mini HDMI, порт SD-карти, аудіопорт, порт камери CSI, порт дисплея DSI, 2 порти USB 2.0 та 2 порти USB 3. RaspberryPi 4. Є Gigabit Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth 4.2 та контакти введення/виводу (GPIO). Серія універсальних контактів введення/виводу дозволяє «малинці» керувати електронними компонентами фізичних комп'ютерів та легко впроваджуватись у рішення для IoT. Зазвичай плата поставляється з попередньо встановленою операційною системою Linux [10].

Оскільки це вже комп'ютер з досить складною ОС (вбудовується або загального призначення), збій живлення може викликати пошкодження програмного забезпечення та встановлених програм (Arduino цієї проблеми немає). Raspberry Pi потрібно вимикати правильно, як і більші за розміром машини. Більшість моделей цих міні-комп'ютерів поставляються повністю зібраними на друкованій платі розміром з долоню: у комплект, крім самої плати, входять корпус і блок живлення, а картку пам'яті потрібно замовляти окремо [12]. Загальне порівняння платформ за основними критеріями наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняння основних критеріїв Arduino та Raspberry Pi

Критерії	Raspberry Pi 4	Arduino Uno
Ціна	від \$35	\$23
RAM	1GB - 8GB	2KB SRAM
CPU / Microcontroller	1.5GHz quad-core ARMv8-A	16MHz ATmega328P
GPIO	40	14 + 6 аналогових, 6 PWM
Пам'ять	Micro SD, USB	32KB Flash memory
Мережа	Gigabit Ethernet, WiFi b/g/n & 5GHz AC	Потребує додаткових шилдів
Живлення	5V 3A	6 - 20V через DC вивід

Кожен варіант має переваги. Якщо потрібні пристойні обчислювальні потужності та мультимедійні можливості, варто вибрати Raspberry Pi. З нього можна зробити навіть повноцінний настільний комп'ютер із Linux та графічним інтерфейсом. Якщо серйозних ресурсів не потрібно і хочеться заощадити, ідеальним вибором є Arduino або одна з плат-клонів сторонніх виробників. Програмувати мікроконтролер набагато простіше, враховуючи наявність численних альтернативних середовищ розробки. До Arduino легше

підключити аналогові датчики, тому якщо вам потрібна лише проста обробка на основі показань вторинних приладів даних і відносно нескладна взаємодія між частинами пристрою – це чудовий варіант.

2.2 Вибір комплектуючих системи дистанційного керування освітленням

Одним із найпопулярніших та зручних способів є обмін даних через Bluetooth. Для зв'язку плати Arduino та комп'ютера використовується інтерфейс UART (Serial). Оскільки будь-яка плата Arduino має хоча б один послідовний порт UART, для підключення Bluetooth модуля не потрібні спеціалізовані бібліотеки та схеми [13].

Найпопулярнішими модулями є пристрої на основі чипа BC417. Ця серія називається HC. Модулі HC-06 і HC-05 можуть бути і сервером з'єднання, і клієнтом, вони мають широкий набір AT команд. Основні характеристики модулів наведені в таблиці 2.2.

Для підключення до комп'ютера потрібні модуль Bluetooth, плата Arduino, з'єднувальні дроти та комп'ютер. Скетч для керування платою Arduino через смартфон і комп'ютер буде однаковим, тому що в обох випадках дані в мікроконтролер надходитимуть за протоколом UART. Пін RX на Arduino підключається до TDX, TX – до RDX, GND – до GND, 5V – до VCC. <https://volti.ru/arduino-and-hc-05-hc-06/>

При завантаженні скетчу потрібно вимкнути модуль Bluetooth, інакше буде з'являтися помилка доступу до Arduino. Також потрібно встановити на смартфон або планшет, що підтримує ОС Android, програму для надсилання даних на модуль. Після встановлення програми потрібно завантажити скетч та підключити модуль до плати Arduino [14].

Всі існуючі типи модулів Bluetooth мають свої особливості, але за функціями та дією вони схожі. Одним із видів модулів є Bluetooth HC 06. З

боку Arduino модуль виглядає як звичайний послідовний інтерфейс, тому можна відразу налагодити взаємодію з пристроєм на комп'ютері.

Таблиця 2.2 – Основні характеристики модулів

Bluetooth HC 06	Bluetooth HC 05
Живлення 3,3 В - 6 В;	Живлення 3,3В;
Максимальна вхідна напруга 5;	Потужність передачі 0,25 – 2,5мВт;
Максимальний струм 45 мА;	Струм 30-40 мА;
Швидкість передачі 1200-1382400 бод;	Максимальна швидкість обміну даними 115 200 бод;
Робочі частоти 2,40 ГГц – 2,48 ГГц;	Робочі частоти 2,4 – 2,48 ГГц;
Мале споживання енергії;	Робочі температури від -25С до 75С.
Дальність зв'язку 30 м;	Дальність 10 м;
Працює тільки приймач.	Працює як приймач и передавач

Для підключення до смартфона використовуються такі дані – пароль "1234", швидкість передачі даних 9600, ім'я модуля HC-06.

Модуль має такі контакти: VCC, GND – плюс та мінус харчування; RX та TX – приймач та передавач; MCU-INT – виводить статус; Clear (Reset) – скидання та перезавантаження модуля. Останні два висновки зазвичай не задіяні у роботі, тому зараз виробляються модулі без цих контактів.

Модуль HC-06 використовується тільки в режимі Slave, тобто він не може самостійно підключатися до інших пристроїв Bluetooth. Усі налаштування для підключення «Пароль, швидкість передачі даних» можна змінити за допомогою AT-команд [15].

Порівняння модулів Bluetooth HC 05 та HC 06. Модулі HC 05 і HC 06 є найбільш використовуваними, їх найчастіше можна знайти у продажу. Принцип дії цих модулів схожий, обидва модулі засновані на однаковому чіпі, але є й важливі відмінності. У першу чергу, модуль HC 05 може

працювати у двох режимах роботи – і як ведучий (master), і як ведений (slave).

Обидва модулі є дві спаяні плати. Одна з них – заводська з мікросхемою, інша потрібна для саморобних пристроїв, вона оснащена ніжками GPIO зі стандартним кроком 2,54 мм та стабілізатором напруги.

Підключення Arduino Bluetooth модулів HC 05 HC06.

Модуль HC-05 коштує трохи дорожче, але має більшу кількість корисних робочих функцій.

Розпінування модуля HC-05: EN – керування живлення; Живлення VCC; GND; RX, TX; STATE – індикація; KEY – активує режим керування за допомогою команд AT. При KEY=0 – передача даних, KEY=1 – AT-команди.

Швидкість передачі AT команд за замовчуванням для HC-05 дорівнює 38400, для HC-06 - 9600. Важливим моментом є те, що в кінці команд AT для HC-05 повинні бути символи CRLF [16].

Підключення обох модулів до плати Arduino однакове.

Варіант підключення модуля з використанням дільника. Наведений варіант для Arduino Nano, але він підійде і до плати Uno.

Таким чином розглянуті варіанти підключення та роботи з одними з найпоширеніших модулів Bluetooth HC05, HC06 . Ніяких особливих труднощів із цими модулями у не повинно бути – просто підключайте його до пін з апаратним або програмним UART, після чого використовуйте традиційні бібліотеки (Serial для модуля, підключеного до 0, 1 пін, SoftwareSerial у разі приєднання до інших).

Підключення Bluetooth до Arduino-проєкту може суттєво збільшити ваші можливості по взаємодії з іншими пристроями. Ви зможете контролювати стан датчиків і змінювати параметри системи без перезавантаження контролера. І, звичайно ж, ви зможете без проблем створити роботи та машинки на Arduino, керовані через bluetooth зі смартфона. Сподіватимемося, що ви зможете зробити свій перший проєкт після прочитання цієї статті.

2.3 Огляд та вибір середовища розробки

Середовищем розробки Arduino IDE [17] є найбільш популярним та розповсюдженим серед користувачів платформи Arduino. Воно дозволяє писати скетчі, перевіряти коректність та завантажувати їх в Arduino. Але це не єдине середовище для розробки програм для Arduino.

Як показали дослідження можна відокремити 4 найпопулярніші середовища розробки:

- Arduino IDE;
- Programino;
- B4R;
- CodeBlocks для Arduino.

Середовище розробки Arduino IDE. Звичайно ж, це середовище розробки знайоме кожному, хто хоч раз програмував для Arduino.

У ній є весь необхідний мінімум для розробки програм: написання коду, перевірка коду, компіляція, завантаження скетчу Arduino, монітор послідовного порту. Всі, хто працював у серйозних «дорослих» середовищах розробки типу JetBrains IDEA, Microsoft Visual Studio або Quartus, напевно зауважать, що середовище Arduino IDE досить аскетичне: нічого зайвого, і особливих зручностей воно не пропонує.

Розглянемо середовище розробки Programino. Це платне середовище розробки, але його можна випробувати протягом 14 днів безкоштовно. Programino, як і інші середовища розробки, вимагає, однак, щоб у вас було встановлено Arduino IDE. При першому запуску програми слід в налаштуваннях вказати шлях до файлу arduino.exe. Для цього йдемо в меню налаштування: Options Editor Settings. З'явиться вікно, в якому потрібно вказати шляхи до директорії з Arduino IDE та супутніми бібліотеками. Тепер ми готові писати програми в Programino [18].

Мова, яка використовується в даному середовищі розробки – така сама, як і в оригінальній Arduino IDE – Сі. Тобто, якщо ви вже пишете скетчі

в Arduino IDE, то вам не доведеться вивчати нову мову програмування, що є великим плюсом даного середовища розробки.

Однак, крім цього, дана IDE пропонує такий зручний спосіб швидкої розробки як автодоповнення коду. Тобто вам не доведеться постійно лазити в довідник за командами та методами Arduino. Ви починаєте набирати код, і середовище розробки запропонує вибрати з доступних варіантів той, який вам потрібен. Наприклад, ви набираєте "digi" та IDE пропонує вам варіанти: "digitalRead", "digitalWrite" та інші можливі.

У середовищі розробки є кілька додаткових корисних інструментів, доступних через меню Tools. Наприклад: блокнот, дизайнер LCD символів, перетворювач між DEC-BIN-HEX, термінал послідовного порту, аналоговий плоттер та інші.

Додаткові інструменти Programino IDE. Зупинимось докладніше на інструменті Analog Plotter. Це дозволяє візуалізувати вам те, що приходить в COM-порт від Arduino. Для роботи плотера у скетчі необхідно активізувати послідовний порт на швидкості 19200 кб/сек. Аналогові дані виводяться на плоттер за допомогою Serial.println(). Запустимо аналоговий плоттер. Натисніть кнопку Connect для підключення до порту, до якого у нас підключено Arduino. Цей інструмент може бути корисним, наприклад, для відображення показань у часі аналогових датчиків: температури, вологості, тиску, освітленості та інших [19].

Перед записом скетчу в пам'ять Arduino, слід вказати тип плати і порт, до якого вона підключена через меню Hardware.

Щоб завантажити скетч у пам'ять Arduino, натисніть у верхньому меню іконку із зображенням завантаження. Programino завантажить скетч і в нижньому вікні журналу покаже дані про розмір скетчу і вільні ресурси плати Arduino, що залишилися.

Середовище розробки B4R (Basic for Arduino). Ще одна цікава альтернатива Arduino IDE – B4R, або Basic for Arduino. Це середовище

розробки унікальне тим, що використовує мову Basic, а не Cі. Вона також підтримує автодоповнення коду. Крім того, вона є повністю безкоштовною.

При першому запуску середовище B4R також вимагає вказати шлях до директорії Arduino IDE і, при необхідності, додатковим нестандартним бібліотекам і загальним модулям.

При першому запуску середовище B4R також вимагає вказати шлях до директорії Arduino IDE і, при необхідності, додатковим нестандартним бібліотекам і загальним модулям. Ці установки можна встановити й пізніше через меню Tools Configure Paths.

У центральній частині головного вікна B4R IDE є поле для редагування коду. У правій – область вкладок та самі вкладки: доступних бібліотек, модулів скетчу, журналу та пошуку. На наведеній фотографії відкрито вкладку журналу. Видно, що сюди виводяться повідомлення, які задаються в програмі командою Log(). У цьому середовищі розробки можна ставити точки зупинки, що дуже корисно в процесі налагодження, а також використовувати закладки для швидшої навігації за кодом. [20]

Ви зможете відразу почати програмувати у середовищі розробки, т.к. вона використовує іншу, більш об'єктно-орієнтовану мову, ніж класична Arduino IDE, з іншим синтаксисом. Тим не менш, зручність цього середовища та наявність хорошого керівництва від розробників повністю окупає ці недоліки.

Середовище розробки Codeblocks for Arduino. Існують інші середовища розробки для Arduino крім перерахованих. Наприклад, CodeBlocks. Основна її відмінність від описаних IDE – можливість писати код для мікроконтролерів та деяких інших платформ, не лише для Arduino. Детальніше описувати її не буду, простіше почитати інформацію на офіційному сайті та файли довідки [21].

З аналізу виходить, що існують альтернативні, але основні переваги у класичному середовищі розробки Arduino IDE. Через її розповсюдженість

серед користувачів та наявність безлічі додаткового інструментарію. Таким чином в якості середовища розробки було обрано Arduino IDE.

2.4 Висновки до розділу 2

В даному розділі були проаналізовані два найбільш популярних розробники програмно апаратних платформ Arduino та Raspberry. На основі цього аналізу була обрана платформа Arduino. Оскільки серйозних розрахункових ресурсів не потрібно для розроблюваного проєкту, крім того цей варіант є дешевшим. Arduino програмується простіше, та до Arduino легше підключити аналогові датчик та керувати аналоговим сигналом, що необхідно нам у проєкті. Також були обрані додаткові компоненти для розробки апаратної частини системи: Bluetooth модуль HC05 оскільки за ціною він трохи дешевший, хоча він має менші потужності, але вони не значні і це не є пріоритетом проєкту, крім того, він може працювати і як приймач сигналу так і передавати. Крім того наводиться аналіз існуючих середовищ розробки для платформи Arduino. Було обрано класичну IDE Arduino, за рахунок наявності безліч бібліотек, прикладів та інтернет спільки.

3 ОСНОВНІ РІШЕННЯ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ

3.1 Схема управління освітленням

На рисунку 3.1 зображена схема дистанційного управління освітленням розроблюваної системи. Вся система буде будуватися як прототип системи дистанційного керування освітленням.

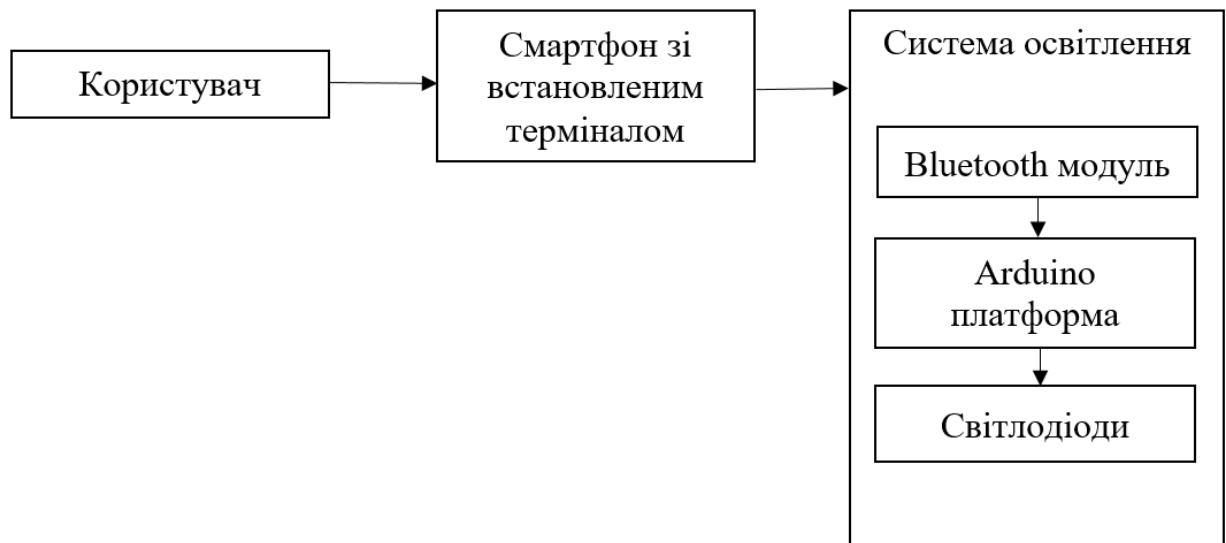


Рисунок 3.1 – Схема дистанційного управління освітленням

Основними діючими модулями даної схеми є користувач, смартфон та прототип системи освітлення. Якщо більш детально то компонентами цієї схеми є: користувач, застосунок встановлений на смартфоні, модуль Bluetooth HC-05 підключений до платформи Arduino, та світлодіод.

Виходячи з даної схеми можна побудувати алгоритм роботи системи та програмного забезпечення та системи в цілому.

3.2 Алгоритм роботи системи

Таким чином, на рисунку 3.2 зображено побудована блок-схема алгоритму роботи системи.

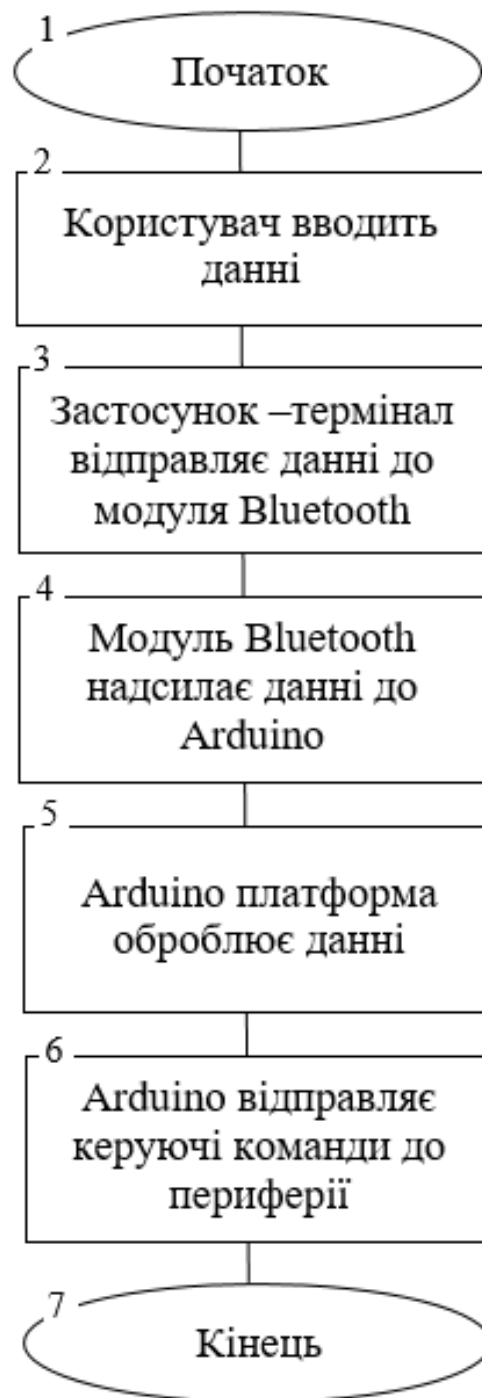


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму роботи системи

Крок 1. Початок.

Крок 2. Користувач натискає кнопку в терміналі або вводить вручну значення у застосунок-термінал встановлений на смартфоні.

Крок 3. Застосунок відправляє дані на Bluetooth модуль.

Крок 4. Bluetooth модуль передає дані до Arduino платформи.

Крок 5. Програмне забезпечення записане до мікроконтролера Arduino обробляє отримане значення.

Крок 6. Arduino платформа відправляє відповідні команди до портів до яких підключені світлодіоди.

Крок 7. Кінець алгоритму.

3.3 Схема електрична принципова апаратної частини системи

Для побудови прототипу системи перш за все було спроектовано схему електричну принципову з'єднання компонентів. Схема була побудована в системі Fritzing, результат зображений на рисунку 3.3.

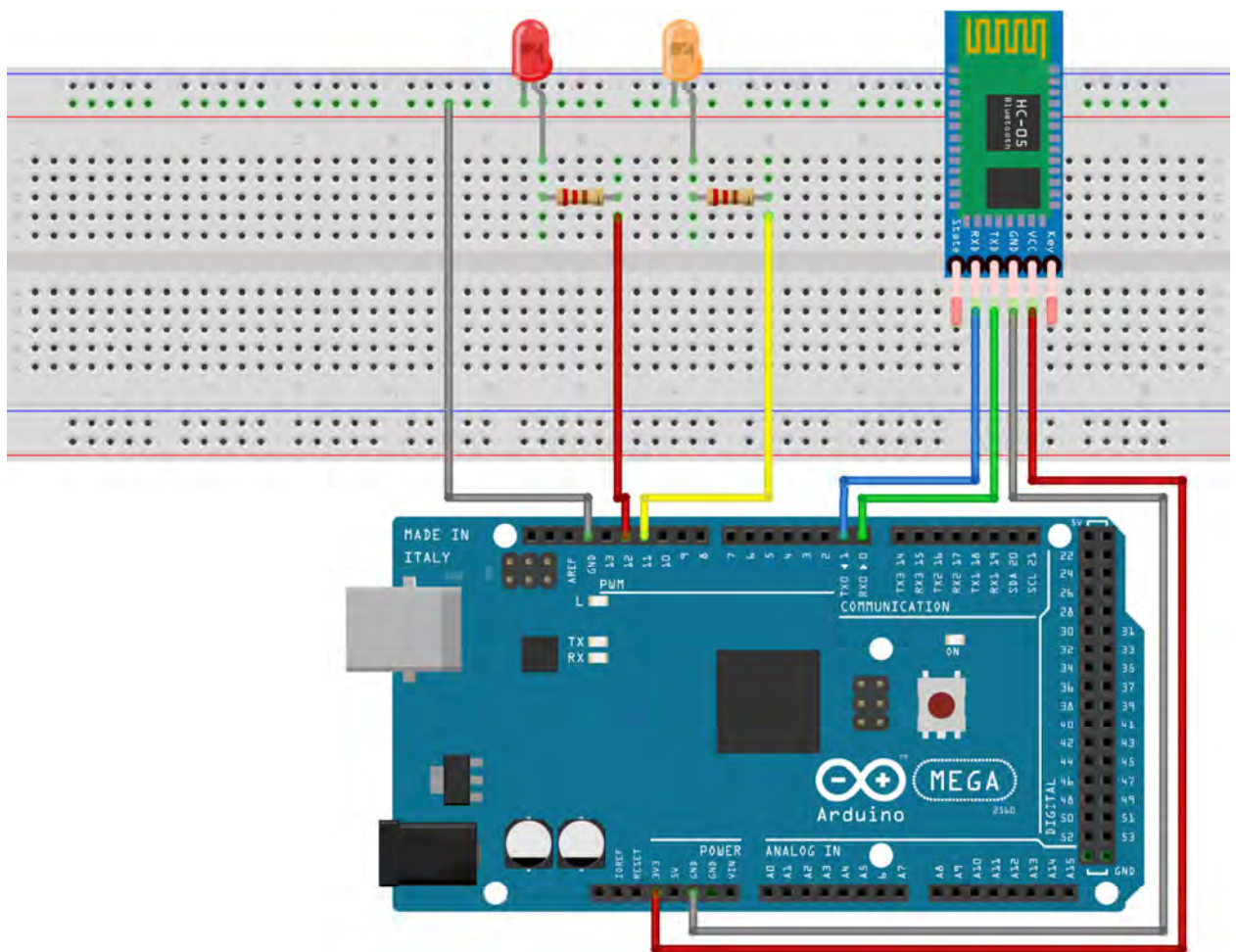


Рисунок 3.3 – Схема електрична принципова прототипу системи дистанційного управління освітленням

Основними компонентами схеми є загальнодоступний модуль Bluetooth, відомий як HC-05.

Arduino платформа, а саме використовується Arduino Mega 2560.

Макетна плата без припою.

Два резистори 220 Ом.

Два світлодіоди.

Як результат на основі побудованої схеми принципової було побудовано реальний прототип систем дистанційного керування освітленням, який зображено на рисунку 3.4.

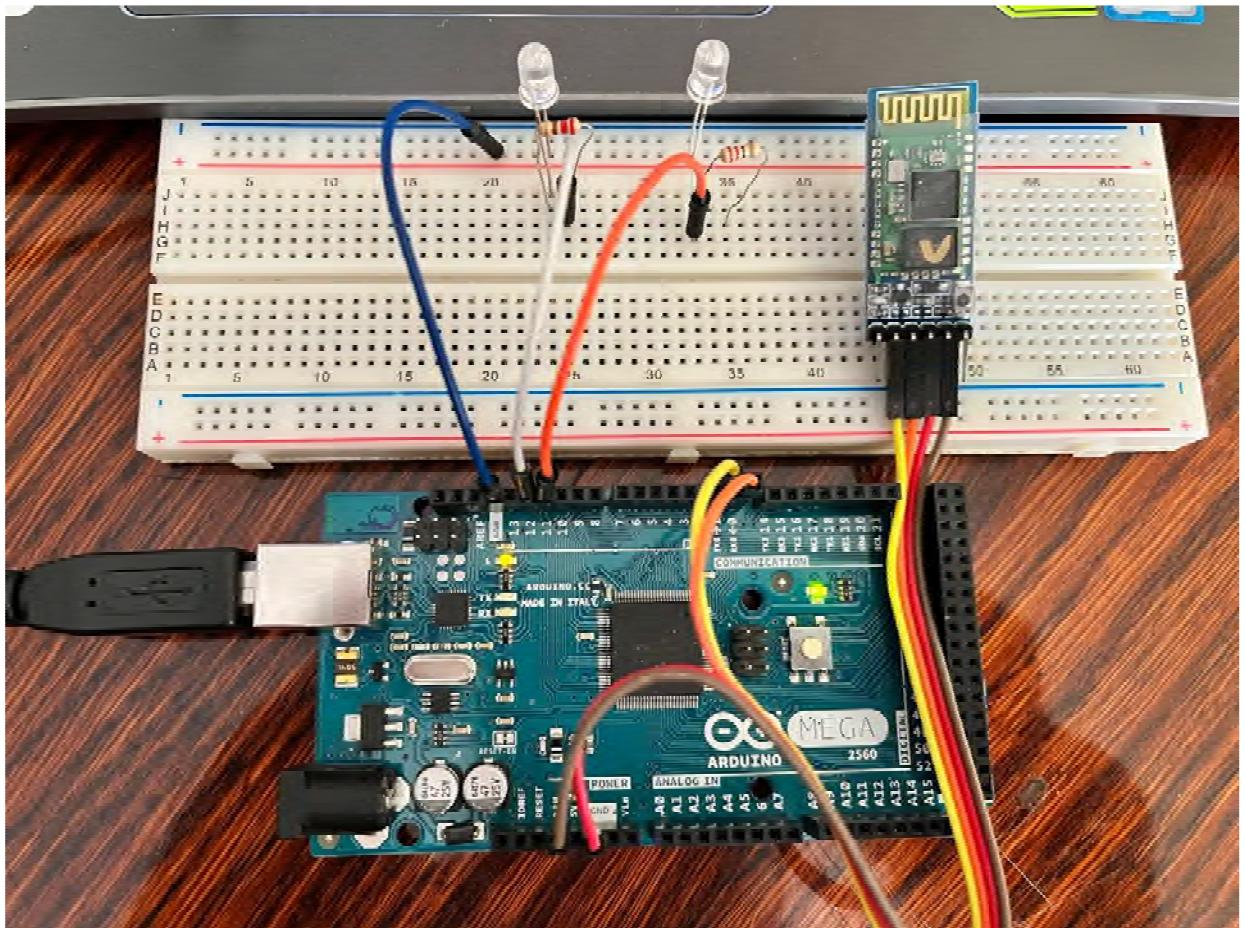


Рисунок 3.4 – Прототип системи дистанційного керування освітленням

На рисунку прототип системи зображений у вимкненому положенні, або в положенні «за замовчанням», коли світлодіоди вимкнені.

Підключення модуля Bluetooth до платформи Arduino виконується такими контактами наведеними у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Контакти для з'єднання на платформі Arduino та модулі Bluetooth

Arduino платформа	Bluetooth модуль
GND	GND
+3.3V	VCC
0->RX0	TXD
1<-TX0	RXD

3.4 Основні розроблені функції програмного забезпечення

На основні алгоритму розробленої системи та розробленого прототипу можна відокремити такі основні функції, які буде виконувати система за допомогою розробленого програмного застосунку:

- налаштування зчитування даних з модуля Bluetooth HC-05;
- обробка отриманих даних у необхідний формат;
- перевірка даних;
- вмикання світлодіода 1;
- вмикання світлодіода 2;
- контроль яскравості світлодіода 1;
- вимкнення світлодіода 1 та світлодіода 2.

Структура схема розробленого програмного забезпечення контролю освітленням, яке включає в себе всі вищенаведені функції, зображена на рисунку 3.5.

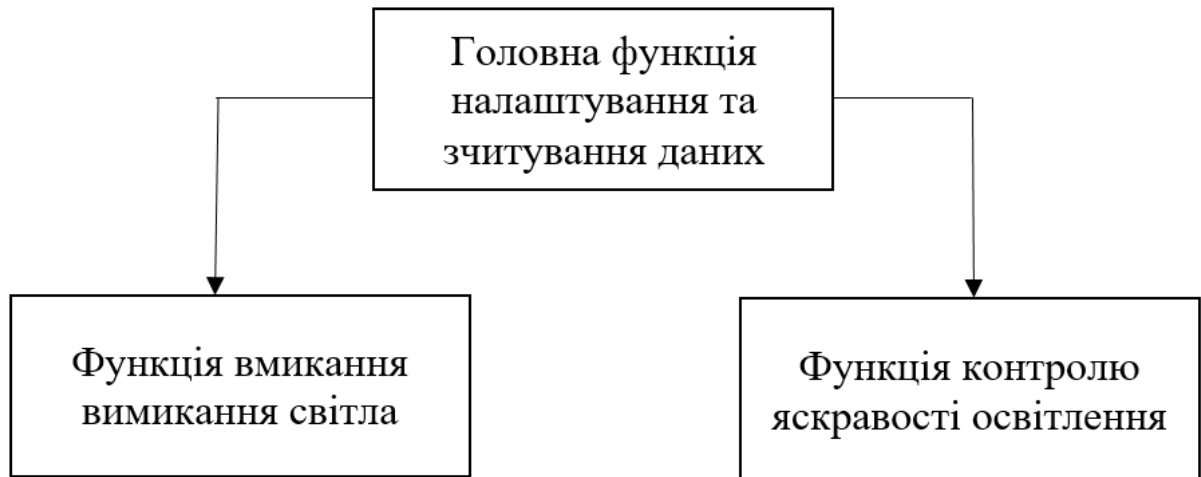


Рисунок 3.5 – Структурна схема програмного забезпечення контролю освітленням

Основні функції розробленого програмного забезпечення то їх опис наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. – Основні функції розробленого програмного забезпечення

Функція	Опис
Serial.available();	Перевірка чи є данні у моніторі послідовного порту
Serial.read();	Читання даних з послідовного порту
digitalWrite(), analogWrite()	Відправлення відповідних команд до світлодіодів
turnOnOff(inStr);	Вмикання та вимикання світлодіодів в залежності від отриманих значень.
brightness(inStr);	Встановлення яскравості світлодіода.

3.5 Висновки до розділу 3

В даному розділі було побудовано структурну схему системи, на основі якої було розроблено алгоритм роботи системи дистанційного управління освітленням.

Було розроблено схему електричну принципову та на основі неї сам прототип системи.

Наведена структурна схема програмного забезпечення та основні функції наведені в таблиці та описані.

4 ІНСТРУКЦІЇ ПО ВИКОРИСТАННЮ ДЛЯ КОРИСТУВАЧА

4.1 Інструкції налаштування апаратної частини прототипу системи керування освітленням

Крок 1. Перш за все необхідно побудувати прототип за схемою наведеною на рисунку 3.3. Для підключення HC-05 до Arduino Mega необхідно з'єднати контакти такими чином, як наведено в таблиці 3.1. Конфігурація контактів HC-05, їх всього 6, але потрібні лише 4 середніх для налаштування розробленого проєкту.

STATE та EN контакти під час звичайної роботи модуля не використовуються.

TXD і RXD з'єднані з пінами 0 і 1 тому, що апаратний UART буде використовуватися для зв'язку з комп'ютером.

Підключити VCC до 3,3 В Arduino, але не підключати його до 5 В, оскільки це може зіпсувати модуль.

Підключити GND до будь-якого GND Arduino.

Підключити контакт Rx до Tx Arduino.

Підключити контакт Tx до Rx Arduino.

Крок 2. Далі увімкнути Arduino за допомогою кабелю USB, щоб перевірити чи працює модуль і все підключено, червоний світлодіод на HC-05 почне блимати, що означає, що все зроблено вірно.

Крок 3: Підключити світлодіоди до платформи Arduino до 12 та 11 порту через резисторі супротивом 220 Ом.

Підключити довгий кінець світлодіода до резистора з 220 Ом. Підключіть інший кінець резистора до контакту 11 Arduino.

Далі підключити коротку ніжку світлодіода до GND Arduino

Так само зробити з другим світлодіодом та підключити його до 12 контакту Arduino платформи.

Тепер схема завершена, вона зображена на рисунку 3.4.

Крок 4. Встановити Arduino IDE. Відкрити його та скопіювати текст до середовища розробки. Далі необхідно налаштувати середовище для компіляції та вивантаження програми до платформи.

Вибрати пункт меню «Інструменти» -> «Плата». Обрати необхідну платформу. Та у пункті меню «Інструменти» -> «Порт» обрати необхідний порт до якого підключена платформа Arduino (рис. 4.1).

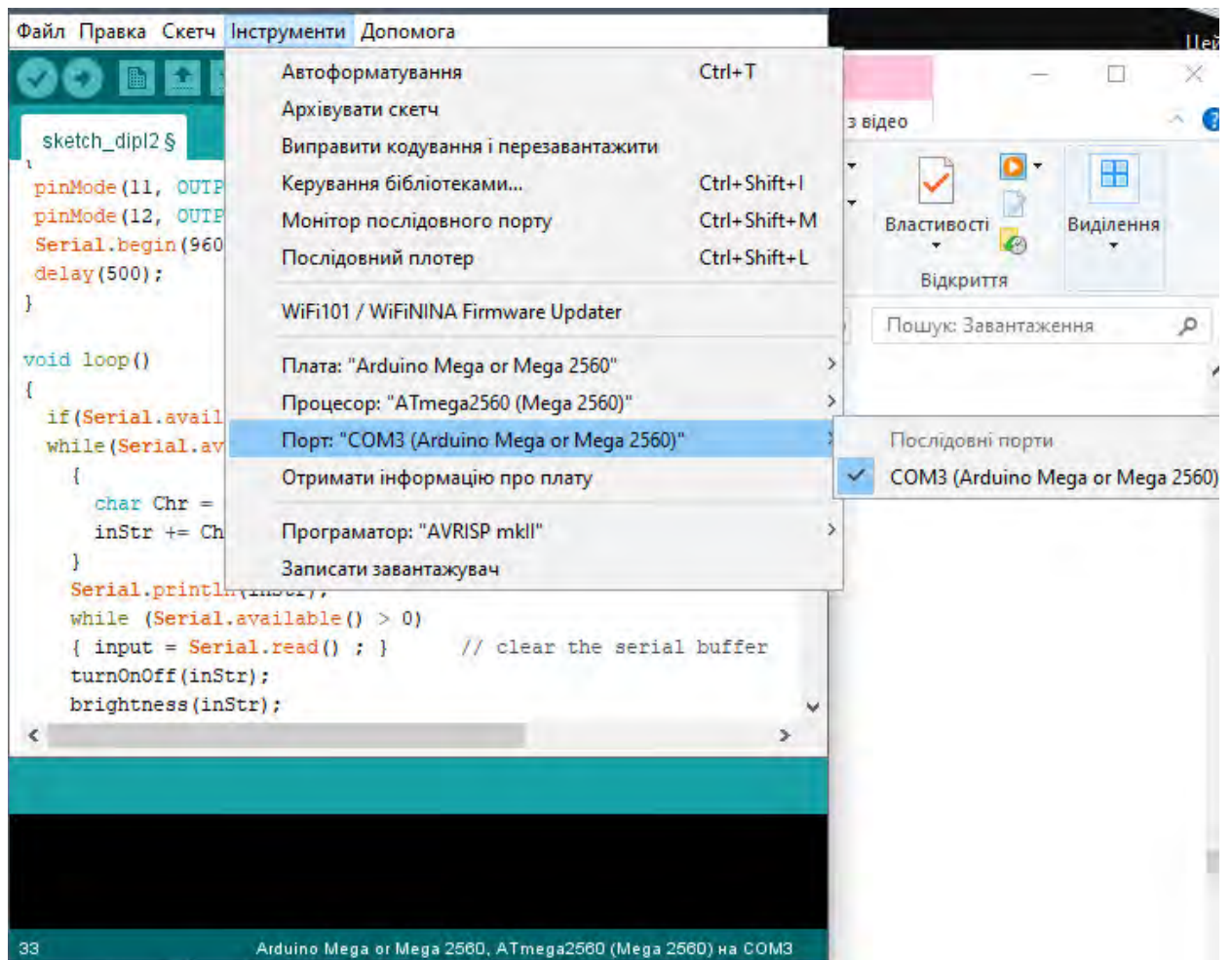


Рисунок 4.1 – Налаштування середовища Arduino IDE

Після необхідно вивантажити програму до підключеної платформи Arduino, для цього необхідно натиснути на кнопку Вивантажити в панелі інструментів (рис. 4.2). Але перед вивантаженням необхідно від'єднати контакти Rx і Tx модуля Bluetooth HC-05 від Arduino, оскільки ця плата має лише один апаратний послідовний порт, і підключення до нього під час

завантаження ескізу призведе до конфлікту. Знову з'єднайте ці контакти, як тільки закінчиться завантажування ескіза.

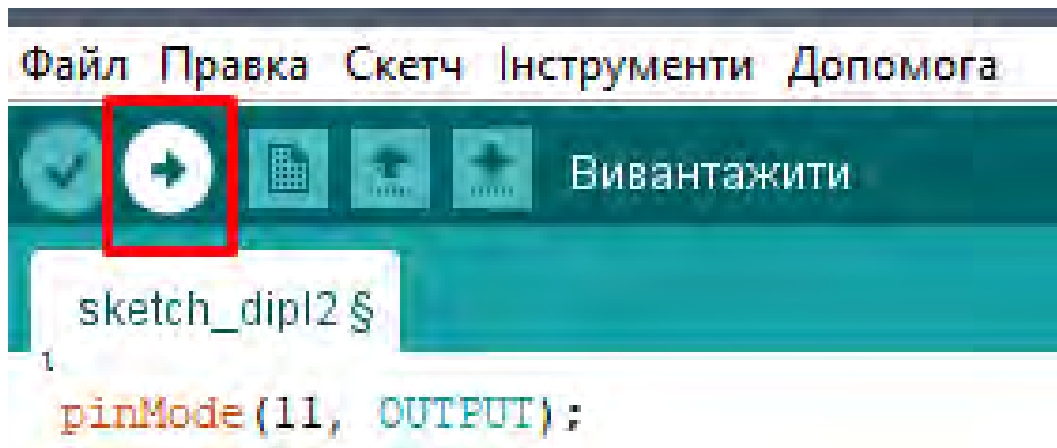


Рисунок 4.2 – Вивантаження програми до платформи Arduino

Крок 5. Перевірка роботи програми через монітор послідовного порту в Arduino IDE.

Необхідно відкрити монітор послідовного порту та надіслати послідовні команди до Arduino за допомогою послідовного монітора (або будь-якого терміналу).

Після завантаження необхідно відкрити послідовний монітор Arduino (рис. 4.3), встановити швидкість передачі даних на 9600 і в спадному списку закінчення командного рядка (поруч зі швидкістю передачі даних) виберіть «Немає закінчення рядка», це означає, що ми не надсилатимемо символи /r або /n із наша серійна команда.

Необхідно ввести символ «1» у строку вводу на послідовному моніторі та натисніть «Надіслати», жовтий світлодіод повинен увімкнутися, потім надіслати «f», індикатор повинен згаснути.

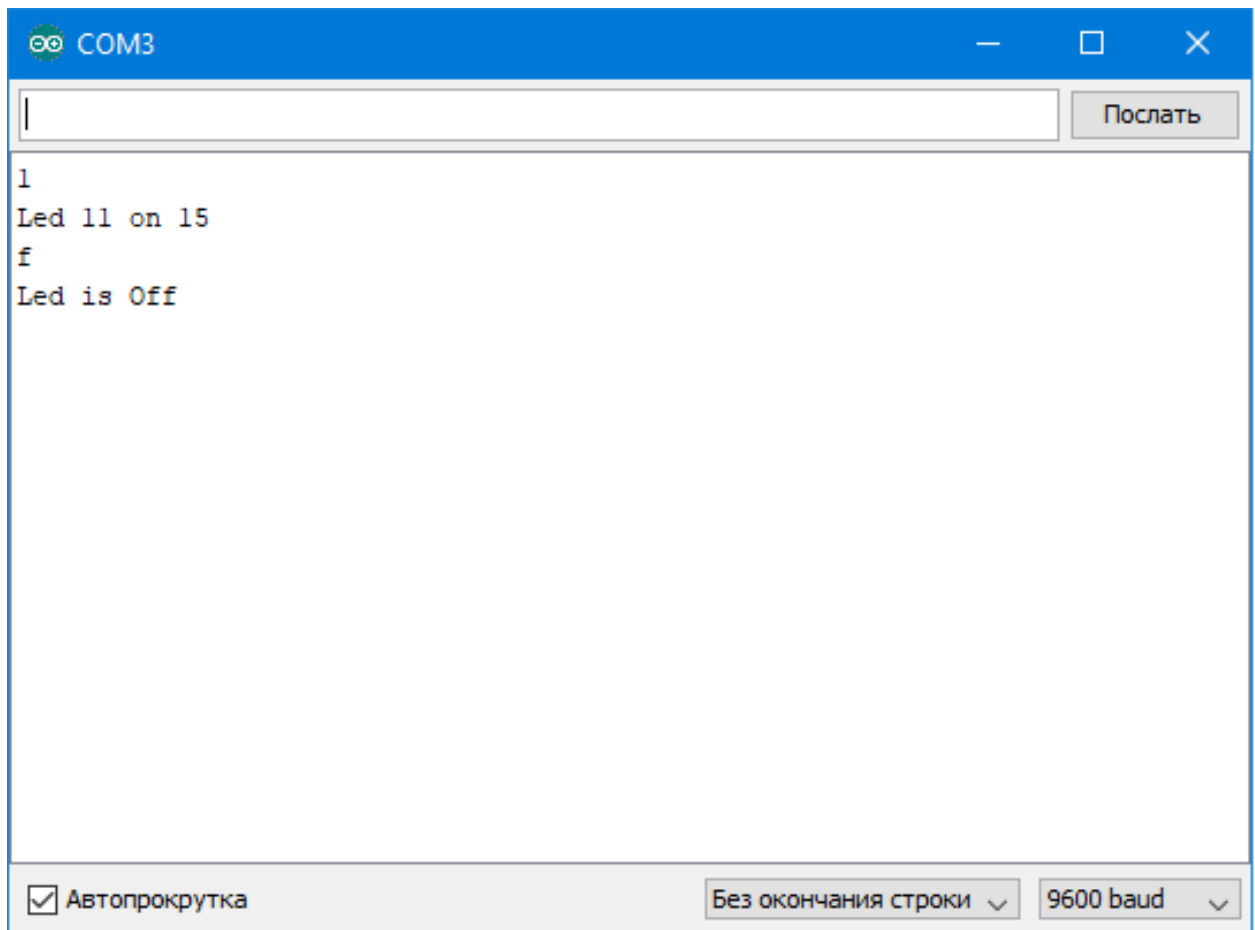


Рисунок 4.3 – Монітор послідовного порту в Arduino IDE

Якщо все зроблено та світлодіод працює, то далі необхідно налаштувати смартфон, щоб спілкуватися через bluetooth, та управляти світлодіодами.

4.2 Інструкція налаштування смартфона до роботи з прототипом

Наступним кроком є встановлення застосунку терміналу на смартфоні та з'єднання з модулем Bluetooth.

Для цього необхідно завантажити будь-який застосунок «Bluetooth terminal» з магазину Play Market. В даному проєкті він називається «Arduino BlueControl». Після встановлення застосунку необхідно увімкнути у смартфона Bluetooth. Далі виконати пошук пристроїв Bluetooth в

налаштуваннях. У списку повинен з'явитися HC-05 до якого необхідно підключитись (рис. 4.4).

Після чого, відкрити встановлену програму. Клацнути на кнопку "Connect Bluetooth" , щоб через Bluetooth підключити смартфон до Arduino .

Виберіть модуль Bluetooth (він має називатися «HC-05»).

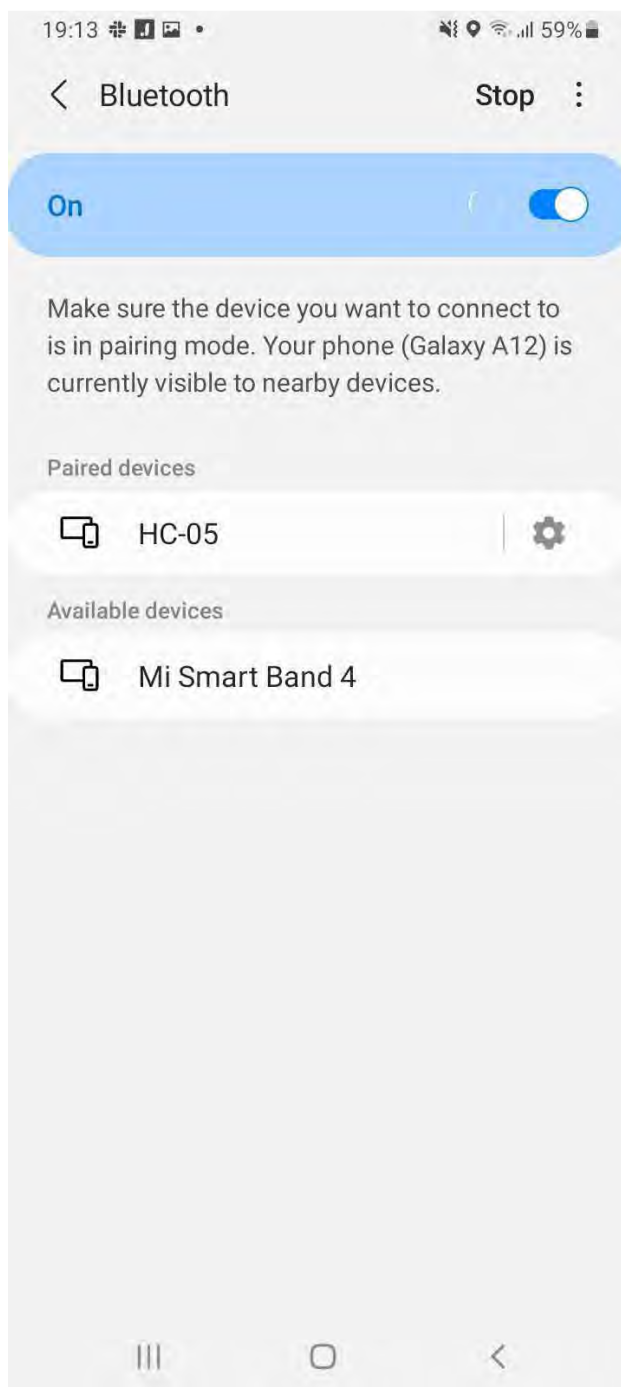


Рисунок 4.4 – Підключення до модуля Bluetooth в налаштуваннях пристрою

Після того як програма підключиться до модуля світлодіод на модулі стане мерехтіти значно повільніше дець 1 раз на 10 секунд.

У застосунку перейти в налаштування кнопок терміналу «Bottons» -> «Settings» -> «Command buttons configuration» (рис. 4.5).

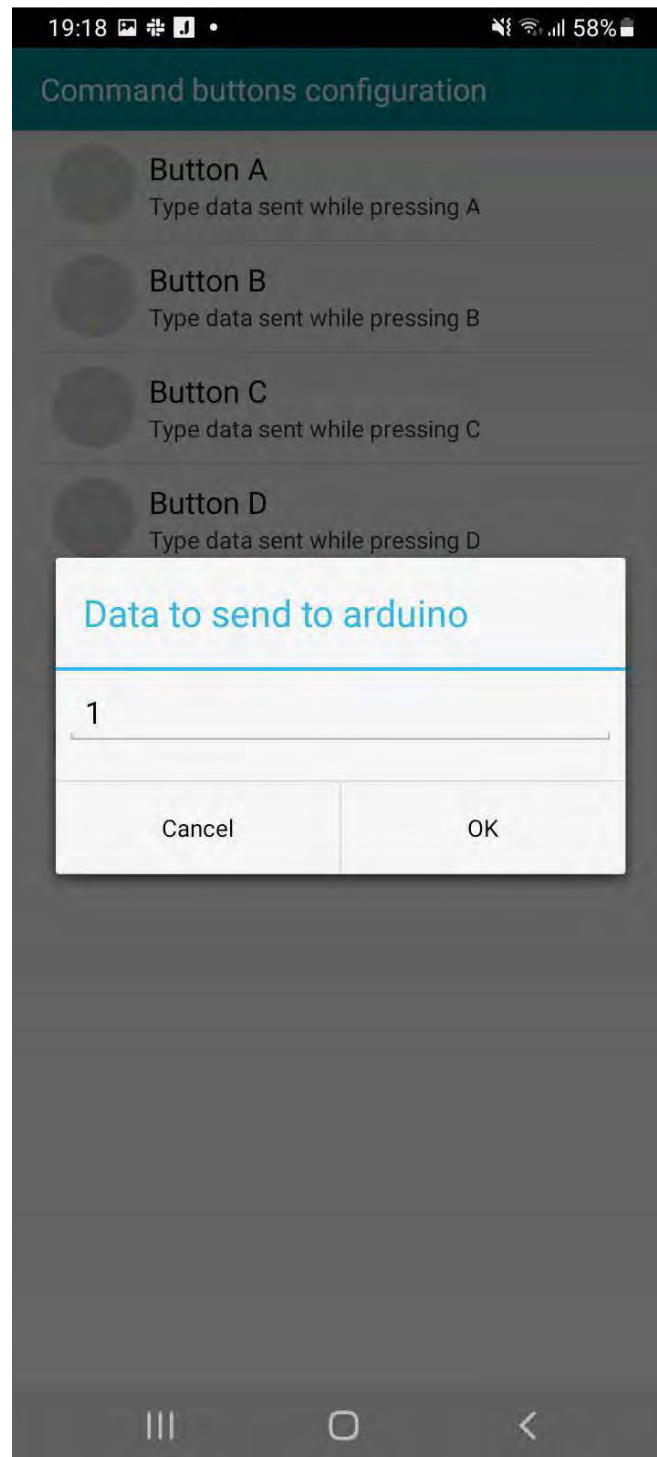


Рисунок 4.5 – Налаштування кожної кнопки терміналу

В таблиці 4.1 наведені налаштування кожної кнопки відповідно до команди, що виконується на Arduino.

Таблиця 4.1 – Налаштування даних які відправляються при натисканні кнопок терміналу

Кнопка	Надсилаєме значення до Arduino	Опис
A	1	Встановлення першого режиму яскравості світлодіода 1
B	2	Встановлення другого режиму яскравості світлодіода 1
C	3	Встановлення третього режиму яскравості світлодіода 1
D	4	Включення світлодіода 1
E	O	Включення світлодіода 2.
F	F	Виключення світлодіодів

4.3 Робота з прототипом системи дистанційного керування освітленням

Відкрити термінал на екрані кнопок який зображено на рисунку 4.6. При натисканні, кожна кнопка відправляє відповідні дані до модуля Bluetooth.

Наприклад, при натисканні кнопки A загоряється жовтий світлодіод найменшою можливою яскравістю (рис. 4.7).

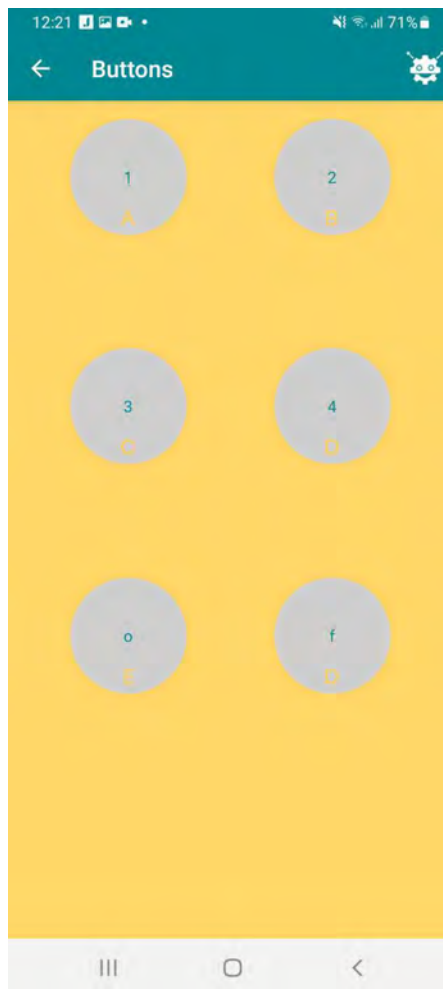


Рисунок 4.6 – Інтерфейс кнопок терміналу на смартфоні

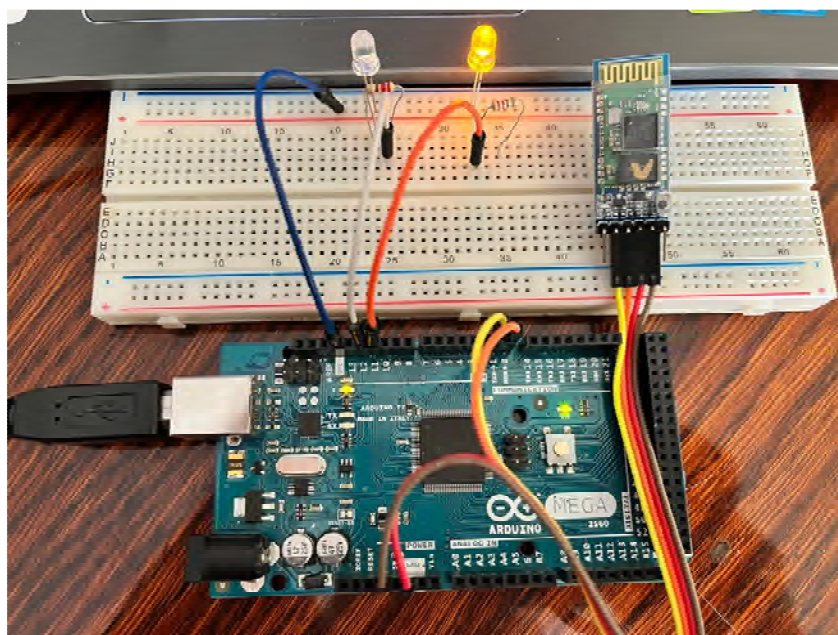


Рисунок 4.7 – Режим найменшої яскравості світлодіода

Можна збільшити яскравість натиснувши кнопку В, С або D. Кожна кнопка відповідно потроху збільшує яскравість до максимального D (рис. 4.8).

Для включення другого (червоного) світлодіода необхідно натиснути кнопку Е (рис. 4.9). Можна одразу включити обидва світлодіоди натиснувши відповідні кнопки (рис. 4.10).

Щоб виключити один або обидва світлодіоди необхідно натиснути кнопку F (рис. 4.11).

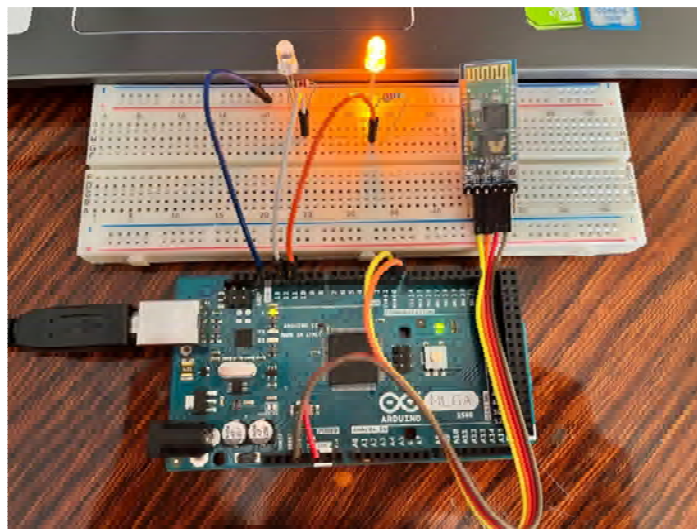


Рисунок 4.8 – Режим найбільшої яскравості світлодіода

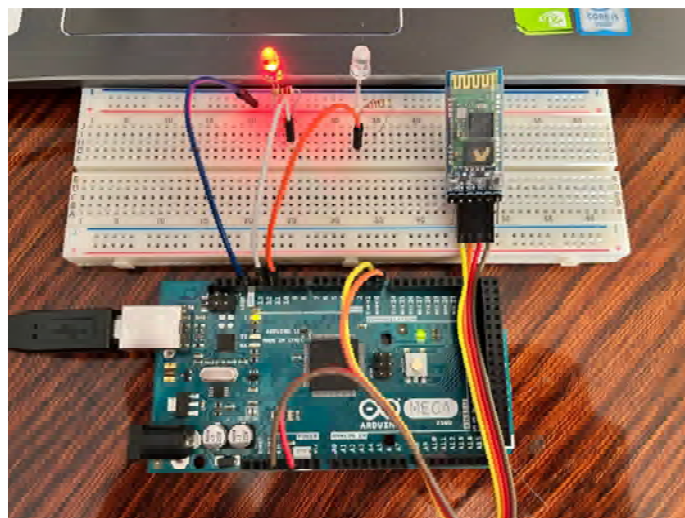


Рисунок 4.9 – Режим включення другого світлодіода

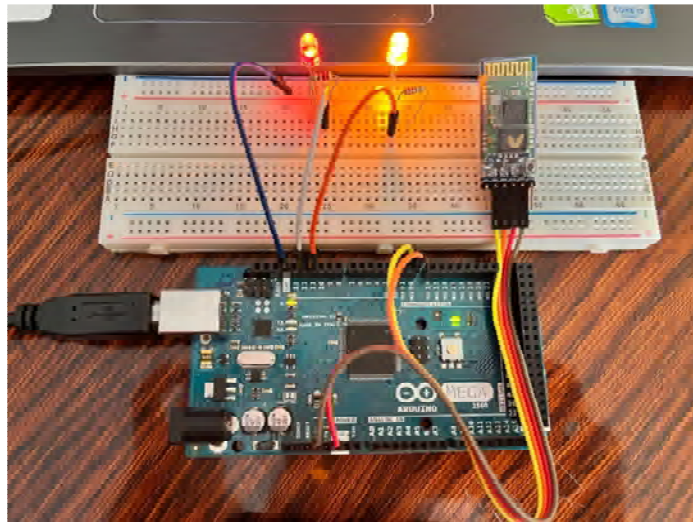


Рисунок 4.10 – Режим включення обидвох світло діодів

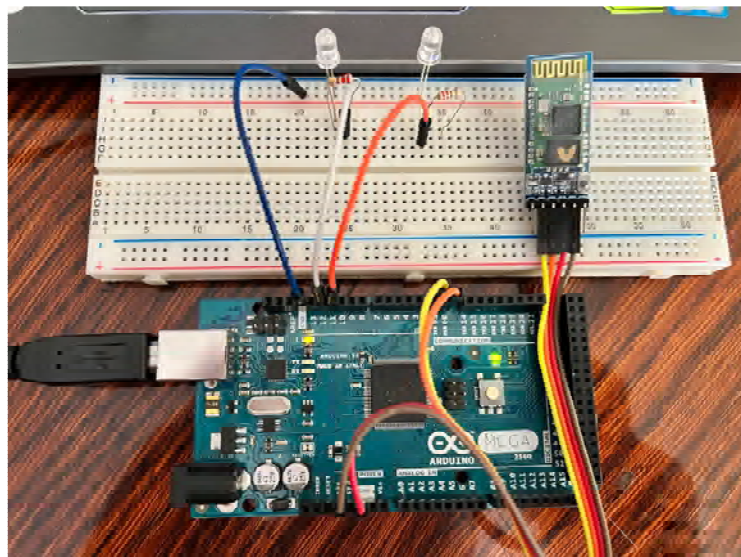


Рисунок 4.11 – Режим виключених світлодіодів

Крім того, керувати світлодіодами можна безпосередньо з текстового терміналу застосунку (рис. 4.12).



Рисунок 4.12 – Текстовий термінал застосунку на смартфоні

4.4 Висновки до розділу 4

У розділі були описані детальні кроки налаштування апаратної частини прототипу системи, покрокове підключення всієї периферії до платформи Arduino. Крім того наведено налаштування програмної частини системи на смартфоні. Наприкінці розділу було наведено приклад роботи розробленого прототипу системи дистанційного керування світлодіодами.

ВИСНОВКИ

Як показало дослідження в цій роботі технології розвиваються дуже швидко і зараз смартфони став невід'ємною частиною повсякденного життя людини. Тому набувають популярності так звані розумні будинки та віддалене керування технологіями та електронікою, яка знаходиться вдома.

В даній роботі розглянуто розробку прототипу дистанційного керування світлодіодом за допомогою смартфона та платформи Arduino які з'єднані між собою по Bluetooth.

Для досягнення мети роботи було вирішено всі поставлені завдання.

В результаті аналізу сфери дистанційного керування та різновиди систем дистанційного управління приладами було підтверджено актуальність обраної теми, та те що на сьогодні використання саме смартфона як пульта дистанційного керування приладами в домі є найбільш розповсюдженим та актуальним. Виходячи з аналізу типів зв'язку дистанційного управління було обрано Bluetooth через простоту реалізації системи, доступну ціну модулів Bluetooth.

Дослідження та аналіз програмно апаратних платформ Arduino та Raspberry показав, що платформа Arduino. є дешевшим. Arduino налаштовується та програмується легше, та Arduino без додаткових налаштувань одразу можна керувати аналоговими пристроями та відправляти аналогові сигнали, що було використано для контролю яскравості світлодіоду. Також були обрані компоненти для розробки прототипу системи а саме модуль Bluetooth HC05 через дешевшу ціну, звісно він має менші можливості, такі як дистанція дії, але це незначні відмінності і воно є достатнім для проєкту, також плюсом цього модуля є те, що він працює як приймач так і передавач. Також було наведено аналіз середовищ розробки для плати Arduino. Було обрано класичну середу розробки Arduino, за рахунок наявності безлічі бібліотек, прикладів та великої інтернет спільки.

Побудовано структурну схему системи дистанційного управління освітленням, на основі якої було розроблено алгоритм роботи системи. Розроблено схему електричну-принципову та базуючись на неї прототип системи. Наводиться структурна схема програмного забезпечення та використані функції.

Були описані кроки налаштування апаратної частини прототипу системи, та налаштування програми-терміналу на смартфоні. Наведено приклад роботи розробленого прототипу системи дистанційного керування світлодіодами.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Дистанционное управление [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дистанционное_управление.
2. Основные методы и уровни дистанционного управления манипуляционными работами [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://prog.bobrodobro.ru/87053>.
3. Ву, Тунг Занг. Методы автоматического управления умным домом / Тунг Занг Ву, А. В. Кизим. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2011. – № 5 (28). – Т. 1. – С. 39-42. – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/28/3087/>.
4. Дистанционное управление освещением [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://sovet-ingenera.com/umnyi-dom/distancionnoe-upravlenie-osveshheniem.html>.
5. Обзор методов дистанционого управления [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/2113845/informatika/obzor_metodov_distantsionnogo_upravleniya.
6. Дистанционное управление микроконтроллером [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/automation/1406-distancionnoe-upravlenie-mikrokontrollerom.html>.
7. Дистанционное управление электроникой дома [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://axiomplus.com.ua/news/distantsionnoe-upravlenie-elektrotehnikoy-doma/>.
8. Raspberry Pi [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.raspberrypi.org>.
9. Arduino [Электрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua>.
10. Raspberry Pi или Arduino, что лучше [Электрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://proglib.io/p/raspberry-pi-ili-arduino-chto-luchshe-2021-03-01>.

11. Arduino Hardware [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.arduino.cc/en/hardware>.
12. Raspberry Pi vs [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.tomshardware.com/features/raspberry-pi-vs-arduino>.
13. Bluetooth [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>.
14. Подключение Arduino Bluetooth модулей HC 05 HC06 освещением [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://arduino-master.ru.translate.googleusercontent.com/translate?_x_tr_sl=ru&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=wapp.
15. Bluetooth модуль HC-06 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://lesson.iarduino.ru/page/bluetooth-modul-hc-06-podklyuchenie-k-arduino-upravlenie-ustroystvami-s-telefona/>.
16. Bluetooth модуль HC-05 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/bluetooth-modul-hc-05/>.
17. Arduino software [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.arduino.cc/en/software>.
18. Programino IDE for Arduino [Electronic resource]. – Access mode: <https://programino.com>.
19. Какие существуют среды разработки для Arduino [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://soltau.ru/index.php/themes/kompyutery-i-programmy/item/465-kakie-sushchestvuyut-sredy-razrabotki-ide-dlya-arduino>
20. B4R [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.b4x.com/b4r.html>.
21. CodeBlocks Arduino [Electronic resource]. – Access mode: <http://arduino-dev.com/codeblocks/>.

ДОДАТОК А
Текст програми

A.1 Функція Setup

```
/*
```

Arduino включення та виключення світлодіодів через Serial Commands

Програма чекає на символ у послідовному порті,

Після чого включає чи виключає світлодіод в залежності від отриманого символу

```
.
```

Можливі значення:

1,2,3,4 (регулювання режимів яскравості LED 11)

o (включення LED 12)

f (виключення LED під'єданого до 11 та 12 порту)

```
*/
```

```
char input;
```

```
String inStr="";
```

```
void setup()          // функція налаштування портів
```

```
{
```

```
  pinMode(11, OUTPUT);
```

```
  pinMode(12, OUTPUT);
```

```
  Serial.begin(9600);    // встановлення частоти роботи послідовного
порту 9600
```

```
  delay(500);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```

{
  if(Serial.available()){
    while(Serial.available())
    {
      char Chr = Serial.read(); //читання символів з послідовного порту
      inStr += Chr;      //утворення строки з отриманих символів
    }
    Serial.println(inStr);
    while (Serial.available() > 0)
    { input = Serial.read() ; }    // очищення буфера послідовного порту
    TurnOnOff(inStr);
    brightness(inStr);
    inStr = "";
  }
}

```

A.2 Функція turnOnOff

```

void turnOnOff(String inStr){
  if(inStr == "o"){      //in case of 'a' turn the LED on
    digitalWrite(12, HIGH);
    Serial.println("Led 12 is on ");
  } else if(inStr == "f"){ //incase of 'b' turn the LED off
    digitalWrite(11, LOW);
    digitalWrite(12, LOW);
    Serial.println("Led 11 and 12 turn Off");

  }
}

```

A.3 Функція brightness

```
void brightness(String inStr){  
  //-----brightness-----  
  if(inStr == "1"){      //якщо '1' LED включається на міні яскравість  
    analogWrite(11, 15);  
    Serial.println("Led 11 on 15");  
  }  
  if(inStr == "2"){      //режим яскравості '2'  
    analogWrite(11, 75);  
    Serial.println("Led 11 on 75");  
  }  
  
  if(inStr == "3"){      //режим яскравості '3'  
    analogWrite(11, 175);  
    Serial.println("Led 11 on 175");  
  }  
  if(inStr == "4"){      //максимальний режим яскравості '4'  
    digitalWrite(11, HIGH);  
    Serial.println("Led 11 on");  
  }  
}
```

ДОДАТОК Б
Слайди презентації

ДИПЛОМНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ЧЕРЕЗ BLUETOOTH НА БАЗІ ARDUINO DEVELOPMENT OF BLUETOOTH LIGHTING CONTROL SOFTWARE BASED ON ARDUINO

СТУДЕНТ 4 КУРСУ, ГРУПИ КНТ-118

Ф.С. НЕЙЧЕВ

КЕРІВНИК, ДОЦЕНТ, К.Т.Н.

О.М. ГЛАДКОВА

Рисунок Б.1 – Слайд 1

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Об'єкт дослідження – програмні та апаратні засоби для керування освітленням.

Предмет дослідження – програмно-апаратні системи для дистанційного керування освітленням у приміщенні.

Мета роботи – створення програмного забезпечення та апаратної частини системи дистанційного керування освітленням у приміщенні через Bluetooth.

Для цього необхідно вирішити наступні завдання:

- виконати аналіз існуючих систем;
- обрати інструменти для розробки системи;
- розробити алгоритм роботи системи;
- побудувати схему електричну-принципову системи керування освітленням;
- розробити програму для дистанційного керування освітленням.

Рисунок Б.1 – Слайд 2

СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНИХ ПРИЛАДІВ



3

Рисунок Б.3 – Слайд 3

ЗАГАЛЬНЕ ПОРІВНЯННЯ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

Критерії	Різновиди систем управління приладами		
	Автоматичні	Напівавтомат	Ручні з дистанційним керуванням
Площа дії	Великі приміщення, та прибудинкові зони	Середні, малі приміщення	Малі, квартири
Встановлення та налаштування	Складне, потребує багатьох знань та навичок в електротехніці та електроніці.	Складне, також потребує знань в області електроніки	Просте, з мінімальним знанням у електроніці
Участь людини у керуванні	Повністю автономне, не потребує людського втручання.	Керуються у складних ситуаціях та автоматично працює у простих, повторюваних.	Повне дистанційне керування людиною.
Адаптація до зовнішніх умов	Слідують строго заданому алгоритму програми. Не гнучкі.	Гнучкі до змін.	Гнучкі до змін, оскільки повністю керуються людиною.

4

Рисунок Б.4 – Слайд 4

ПОРІВНЯННЯ ТИПІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Тип зв'язку		Опис
Бездротовий	ІЧ	Інфрачервоний пристрій працює надійно та чітко передає команди, але лише у зоні прямої видимості
	Радіо	Необхідне встановлення мікроконтролера як на приймачі так і на передавачі.
	Bluetooth	Встановлення Bluetooth приймача на приладі освітлення та смартфон.
	Wi-Fi	Необхідно підключення до мережі Інтернет та смартфон або комп'ютер. Встановлення Wi-Fi приймача на прилад освітлення.
Дротовий		Потребує прокладки дроту між приймачем та передавачем. Передача сингала миттєва та без помилок та змін.

5

Рисунок Б.5 – Слайд 5

ПОРІВНЯННЯ ОСНОВНИХ КРИТЕРІЇВ ARDUINO ТА RASPBERRY PI

Критерії	Raspberry Pi 4	Arduino Uno
Ціна	від \$35	\$23
RAM	1GB - 8GB	2KB SRAM
CPU / Microcontroller	1.5GHz quad-core ARMv8-A	16MHz ATmega328P
GPIO	40	14 + 6 аналогових, 6 PWM
Пам'ять	Micro SD, USB	32KB Flash memory
Мережа	Gigabit Ethernet, WiFi b/g/n & 5GHz AC	Потребує додаткових шилдів
Живлення	5V 3A	6 - 20V через DC вивід

6

Рисунок Б.6 – Слайд 6

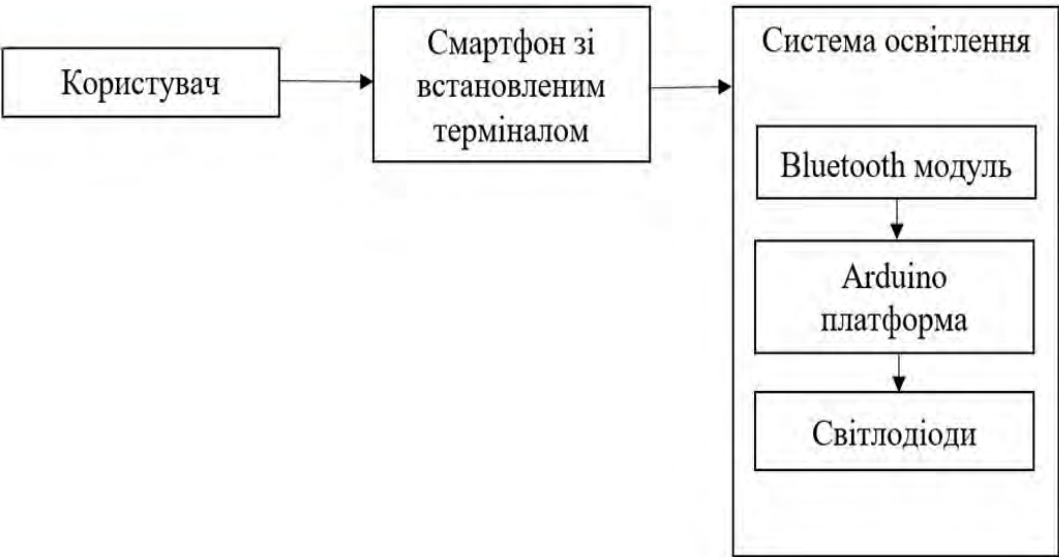
ВИБІР МОДУЛЯ BLUETOOTH

Bluetooth HC 06	Bluetooth HC 05
Живлення 3,3 В - 6 В;	Живлення 3,3В;
Максимальна вхідна напруга 5;	Потужність передачі 0,25 – 2,5мВт;
Максимальний струм 45 мА;	Струм 30-40 мА;
Швидкість передачі 1200-1382400 бод;	Максимальна швидкість обміну даними 115 200 бод;
Робочі частоти 2,40 ГГц – 2,48 ГГц;	Робочі частоти 2,4 – 2,48 ГГц;
Мале споживання енергії;	Робочі температури від -25С до 75С.
Дальність зв'язу 30 м;	Дальність 10 м;
Працює тільки приймач.	Працює як приймач и передавач

7

Рисунок Б.7 – Слайд 7

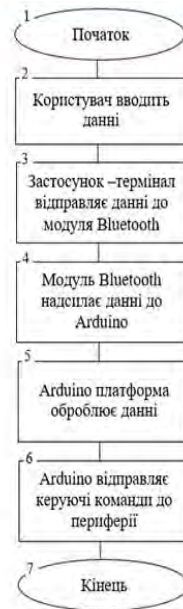
СХЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ



8

Рисунок Б.8 – Слайд 8

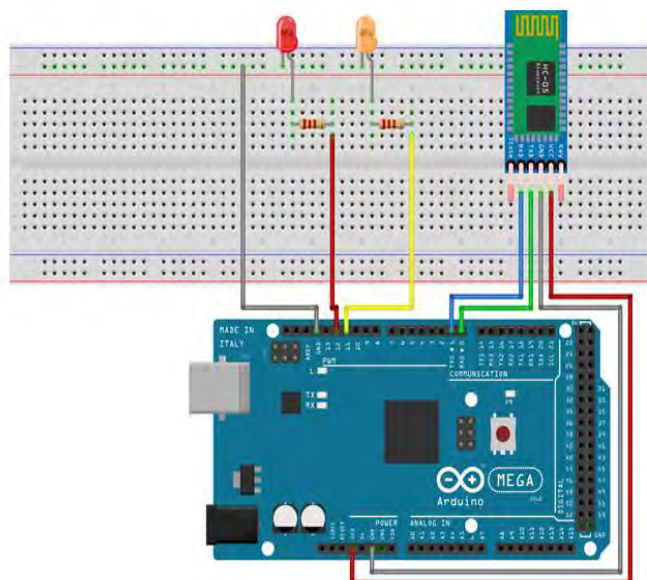
АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ



9

Рисунок Б.9 – Слайд 9

СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА

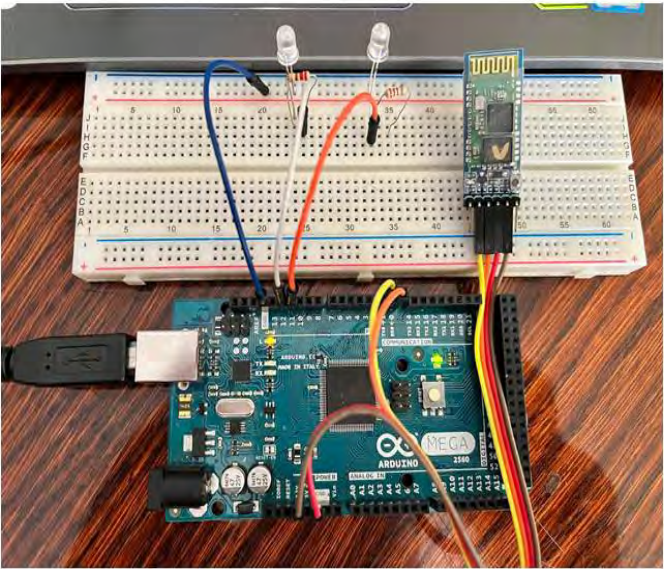


Arduino платформа	Bluetooth модуль
GND	GND
+3.3V	VCC
0->RX0	TXD
1<-TX0	RXD

10

Рисунок Б.10 – Слайд 10

ГОТОВИЙ ПРОТОТИП СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ



11

Рисунок Б.11 – Слайд 11

ФУНКЦІЙ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Функція	Опис
<code>Serial.available();</code>	Перевірка чи є данні у моніторі послідовного порту
<code>Serial.read();</code>	Читання даних з послідовного порту
<code>digitalWrite(), analogWrite()</code>	Відправлення відповідних команд до світлодіодів
<code>turnOnOff(inStr);</code>	Вмикання та вимикання світлодіодів в залежності від отриманих значень.
<code>brightness(inStr);</code>	Встановлення яскравості світлодіода.



12

Рисунок Б.12 – Слайд 12

НАЛАШТУВАННЯ ТЕРМІНАЛУ СМАРТФОНУ ДЛЯ ВЗАЄМОДІЇ З ARDUINO

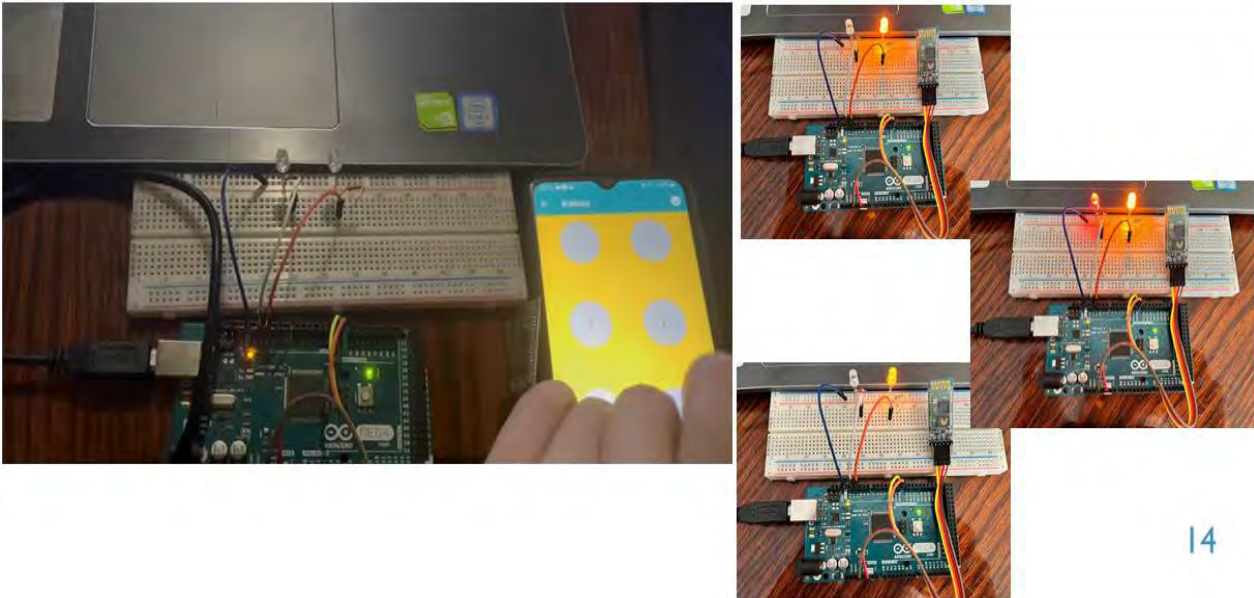


Кнопка	Значення що надсилається до Arduino	Опис
A	1	Встановлення першого режиму яскравості світлодіода 1
B	2	Встановлення другого режиму яскравості світлодіода 1
C	3	Встановлення третього режиму яскравості світлодіода 1
D	4	Включення світлодіода 1
E	0	Включення світлодіода 2.
F	F	Виключення світлодіодів

13

Рисунок Б.13 – Слайд 13

ДЕМОНСТРАЦІЯ РОБОТИ



14

Рисунок Б.14 – Слайд 14

ВИСНОВКИ

- Розроблено програмне забезпечення та апаратну частину систем на основі платформи Arduino, для дистанційного керування світлодіодом через Bluetooth за допомогою Android застосунку.
- Виконано аналіз сфери дистанційного керування та різновиди систем дистанційного управління приладами. Виходячи з аналізу типів зв'язку дистанційного управління було обрано Bluetooth через простоту реалізації системи, доступну ціну модулів Bluetooth.
- Побудовано структурну схему системи дистанційного управління освітленням, на основі якої було розроблено алгоритм роботи системи. Розроблено схему електричну-принципову та базуючись на ній прототип системи. Наводиться структурна схема програмного забезпечення та використані функції.
- Були описані кроки налаштування апаратної частини прототипу системи, та налаштування програми-терміналу на смартфоні. Наведено приклад роботи розробленого прототипу системи дистанційного керування світлодіодами.

15

Рисунок Б.15 – Слайд 15