

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)
бакалавра
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ
СВІТЛОДІОДНОЇ ЛАМПИ З WI-FI

Виконав: студент 4 курсу, групи КНТ-510сп
спеціальності _____

123 «Комп'ютерна інженерія»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація) _____
«Комп'ютерна інженерія»

КОЛОДІН А. О.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ГРУШКО С.С.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент САМОЙЛИК С.С.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Комп'ютерних наук і технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»
Ступінь вищої освіти бакалаврський
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Комп'ютерна інженерія
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри Кудерметов Р.К.

“ 14 ” листопада 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

КОЛОДІНА Артема Олександровича
(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розробка світлодіодної лампи з wi fi
- керівник проєкту (роботи) к. т. н., доцент, ГРУШКО Світлана Сергіївна
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)
- затверджені наказом вищого навчального закладу від “24” березня 2023 року №71
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 5 червня 2023 року
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) можливість зміни яскравості, кольору та включення/виключення лампи з використанням зовнішніх пристроїв через мережу Wi-Fi. Керування освітленням з будь-якого місця всередині приміщення.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз предметної області;
2) Аналіз апаратного забезпечення;
3) Аналіз програмного забезпечення;
4) Розробка пристрою.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Схема підключення компонентів світлодіодної лампи;
Схеми електронних компонентів для системи;
Схеми та робота сенсорної кнопки TTP223;
Етапи збірки системи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

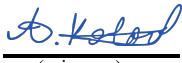
Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	ГРУШКО С. С., к.т.н., доцент		
нормоконтроль	ЩЕРБАК Н.В., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 01.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналіз наявних методів та алгоритмів пошуку об'єктів, перегляд отриманих результатів, виділення	01.03.2023 р.	
	недоліків та переваг		
2	Розробка структури системи	15.03.2023 р.	
3	Розробка алгоритму роботи системи	20.03.2023 р.	
4	Реалізація системи уточненого розпізнавання	01.04.2023 р.	
5	Дослідження системи уточненого розпізнавання	10.04.2023 р.	
6	Оформлення отриманих результатів у ПЗ	01.05.2023 р.	
7	Оформлення графічного матеріалу	10.05.2023 р.	
8	Оформлення допоміжного матеріалу	17.05.2023 р.	

Студент (ка)


(підпис)

Артем КОЛОДІН

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Світлана ГРУШКО

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 63 стор., 30 рис., 1 додаток, 13 джерел.

ARDUINO, КНОПКА, МІКРОКОНТРОЛЛЕР, ПЛАФОН, СВІТЛОДІОД,
СВІТЛОДІОДНА МАТРИЦЯ.

Об'єкт розробки – мікропроцесорна світлодіодна лампа з wi fi.

Метою роботи є розробка та виготовлення розумної настільної лампи, якою можна керувати зі смартфона.

Проект складається з трьох розділів.

В першому розділі розглянута тема історії світлодіодів та їх характеристики. У проаналізованих системах було виявлено їх достоїнства і недоліки. Також було проаналізовано ймовірні невирішені проблеми, пов'язані зі світлодіодними лампами wi-fi.

В другому розділі описується архітектури мікропроцесорної системи та розглядають компоненти які потрібні для розробки такої системи. Продемонстровано розробка та реалізація програмного забезпечення мікроконтролера ESP8266.

В третьому розділі поетапно продемонстровано збірка мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з wi-fi. Успішно проведено її тестування. Також визначені можливі проблеми і варіанти покращення такої системи.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки

Вступ	9
1 Огляд літератури	10
1.1 Аналіз наявних рішень та технологій у галузі розробки світлодіодних ламп з Wi-Fi	12
1.2 Огляд наукових та технічних джерел, що стосуються використання мікропроцесорних систем у світлодіодних лампах з Wi-Fi	16
1.3 Визначення невирішених проблем та вимог до розроблюваної системи	17
2 Опис проекту	19
2.1 Опис загальної архітектури мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi	20
2.2 Визначення функціональних вимог до системи та їх обґрунтування	21
2.3 Розробка електронної схеми та вибір компонентів для системи	31
2.4 Розробка програмного забезпечення для мікропроцесорної системи	36
3 Реалізація та тестування системи	43
3.1 Опис процесу реалізації мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi	44

3.2 Проведення тестування розробленої системи на відповідність вимогам та функціональності.	49
3.3 Аналіз результатів тестування та виявлення можливих проблем та варіантів покращення.	51
Висновки	54
Перелік джерел посилання	56
Додаток А	58

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

API - application programming interface.

IDE - Integrated Development Environment.

IP - Internet Protocol.

IoT - Internet of Things.

I²C - Inter-Integrated Circuit.

I²S - Inter-IC Sound.

LED - Light-emitting diode.

MAC - Media Access Control.

MCU - Microcontroller Unit.

SMD - surface mount technology.

SPI - Serial Peripheral Interface.

SSID - Service Set Identifier.

TCP - Transmission Control Protocol.

UART - Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.

UART - Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.

USB - Universal Serial Bus.

WAP - Wireless Access Point.

WEP - Wired Equivalent Privacy.

WPA - Wi-Fi Protected Access.

Wi-fi - Wireless Fidelity.

АКБ - акумуляторна батарея.

АЦП - Аналого-цифровий перетворювач.

БЖ – блок живлення.

ВЧ - високі частоти.

КПО – коефіцієнт природнього освітлення.

МК – мікроконтроллер.

НВЧ - надвисокі частоти.

ОЗП – оперативно запам'ятовувачий пристрій.

ПЕОМ - персональна електронно-обчислювальна машина.

ПЗП – Постійно запам'ятовувачий пристрій.

ПК – персональний комп'ютер.

УВЧ - ультрависокі частоти.

ВСТУП

У сучасному світі компанії намагаються розробляти інтуїтивно зрозумілі і прості інтерфейси для своїх продуктів, щоб навіть люди без технічних навичок могли з ними легко взаємодіяти. Зараз майже кожна сучасна людина може собі дозволити зробити наприклад розумне світлодіодне освітлення в своїй оселі. Ця тема дуже актуальна під час воєнного стану в країні.

Розумна світлодіодна лампа – це в першу чергу надійний та енергоефективний спосіб захисту будинку від мародерів. Житло без господарів з великою ймовірністю стане їхньою жертвою. Іноді такі ситуації трапляються навіть тоді, коли мешканці перебувають у бомбосховищі під час повітряної тривоги. Встановивши таку лампу людина зможе убезпечити свою оселю від непроханих гостей, бо їй можна керувати з будь якої точки світу.

Доцільність вибору розробки мікропроцесорної світлодіодної лампи є те, що це відносно не дорогий пристрій, який може виконувати досить багато функцій. Наприклад: розумна лампа може вас лагідно розбудити, зімітувати присутність господарів у будинку та в решті решт– це цілком гарна прикраса до декору вашої оселі.

Завдання дипломної роботи: виготовити робочу світлодіодну Wi-fi лампу.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Освітлення з використанням світлодіодних LED ламп стає все більш поширеним у сучасних будівлях і домогосподарствах. Однією з новітніх розробок у галузі освітлення є світлодіодні лампи з Wi-Fi-функціональністю. Ці лампи можуть бути підключені до домашньої мережі Wi-Fi і керуватися за допомогою спеціального мобільного додатка або іншого пристрою з підтримкою Wi-Fi.

Нижче наведено огляд деяких джерел, які можуть бути корисними для вивчення світлодіодних ламп з Wi-Fi:

- smart LED bulbs: a survey (2017) авторів Vikrant Singh Tomar, Vinay Kumar Gupta, Abhishek Kr. Jain та ін. - Ця наукова стаття пропонує огляд сучасних розробок і застосувань у галузі "розумного освітлення" з використанням світлодіодних ламп з Wi-Fi-функціональністю. Вона розглядає переваги, архітектуру, протоколи та інші аспекти цієї технології.

- wireless control system of LED lamp based on Wi-Fi (2015) авторів Yingying Yu, Lili Liu, Qiaoliang Xu та ін. - У цій статті описується бездротова система керування світлодіодною лампою, яка використовує технологію Wi-Fi. Автори пропонують докладний опис архітектури системи та процесу передачі даних, а також наводять результати експериментів.

- design of smart lighting system based on Wi-Fi and Bluetooth Low Energy" (2020) авторства Chenglin Zhao. - Ця стаття представляє дизайн і реалізацію розумної системи освітлення на основі Wi-Fi та Bluetooth Low Energy (BLE). Вона описує архітектуру системи, методи комунікації та можливості управління освітленням через мобільні пристрої.

Світлодіоди стали одним з найпопулярніших джерел світла в різних сферах життя, включаючи освітлення в промисловості, побуті та технологіях.

Світлодіоди є напівпровідниковими приладами, які працюють на основі електричних переходів у напівпровідниковому матеріалі.

Ефект фотонної емісії досягається за рахунок наявності в цих приладах електронно-діркових переходів, де рекомбінація електронів і дірок супроводжується переходом електронів з одного енергетичного рівня на інший, в результаті чого надлишкова енергія виділяється в форма вільних фотонів випромінювання [2,3].

Вперше подібне явище виявив британський дослідник Генрі Раунд ще в 1907 році. Пізніше, незалежно від нього, радянський вчений Олег Лосєв також зареєстрував у 1923 році електролюмінесценцію точок контакту карбиду кремнію і сталі під дією електричного струму і навіть зміг запатентувати свій винахід у 1927 році під назвою «Оптичне реле». . Але, як це часто буває, це відкриття не було належним чином оцінено сучасниками, і до появи світлодіодів пройшли десятиліття [3].

Технологія виробництва інфрачервоних світлодіодів була освоєна в США лише в 1961 році, тоді як перший світлодіод для видимого спектрального діапазону (червоний) був винайдений Ніком Холоняком в 1962 році. Подальші дослідження привели до появи синього світлодіода в 1971 році, першого жовтого світлодіода в 1972 році та розробки методу збільшення яскравості червоних світлодіодів у десять разів [1].

Однак, незважаючи на значний прогрес у розвитку світлодіодних технологій, світлодіоди залишалися непомірно дорогими до кінця 1960-х років. Їх промислове виробництво і використання почалися тільки в 1970-х роках, а виробництво дешевих синіх світлодіодів почалося після 1990 року, коли японським вченим вдалося критично вдосконалити технологію їх створення.

Використання світлодіодів в настільних світлодіодних лампах допомагає значно зменшити витрати на електроенергію. Саме тому важливо і потрібно розглядати два найосновніших, що є найістотнішими факторами для застосування світлодіодів [4].

1.1 Аналіз наявних рішень та технологій у галузі розробки світлодіодних ламп з Wi-Fi

Світлодіод — це напівпровідниковий пристрій із р-n-переходом, який випромінює фотони при прямому змщенні. Ефект люмінесценції, відомий як інжекційна електролюмінесценція, виникає, коли невідомі носії заряду рекомбінують з носіями протилежного типу в забороненій зоні. Довжина хвилі випромінюваного світла в основному визначається вибором використовуваного напівпровідникового матеріалу [5].

Навіть в ідеальному р-n-переході не всі інжектвані вторинні носії рекомбінують із випромінюванням фотонів. Безвипромінювальна рекомбінація, викликана дефектами і дислокаціями в напівпровідниках, збільшує різницю в корисному випромінюванні в майже ідентичних світлодіодах. На практиці це означає сортування та групування випущених партій світлодіодів за інтенсивністю випромінювання та іншими параметрами. Світлодіодні чіпи вирощують і розрізають на кристали, як кремнієві інтегральні схеми. Розмір кристалів світлодіодів коливається від 0,18 до 1 мм (рис. 1.1) [6].

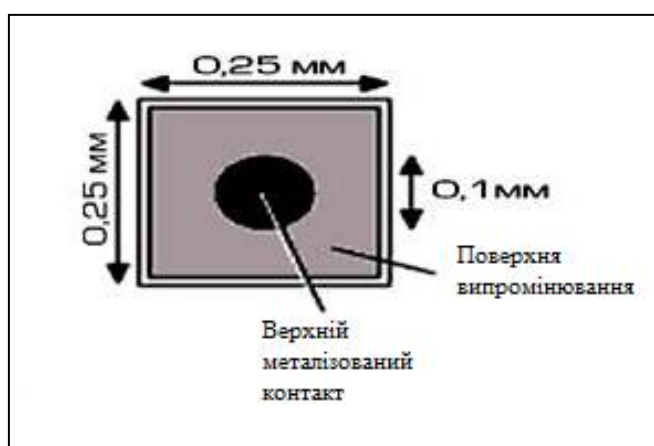


Рисунок 1.1 - Кристалл AlInGaP

Основна структура світлодіодного індикатора складається з напівпровідникового кристала та рамки із зовнішніми клемами, на якій розміщується кристал, і герметизуюча епоксидна смола, яка оточує та захищає кристал і розсіює світло (утворюючи діаграму спрямованості). (рис. 1.2). Кристал приклеюється струмопровідною епоксидною смолою до нижньої частини рамки, яка називається лункою. Лунка є основною оптикою кристала, що забезпечує розподіл світлового потоку від його поверхні, який згодом заломлюється епоксидною лінзою. Верхній контакт кристала з'єднується дротом з іншою клемою рамки [6].

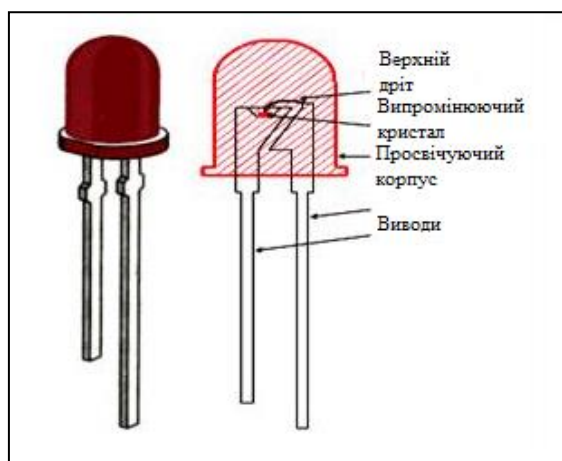


Рисунок 1.2 - Типовий світлодіод і його конструкція в розрізі

Механічна конструкція світлодіода визначає розподіл і діаграму випромінювання світла в просторі. Вузька діаграма спрямованості (рис. 1.3) забезпечує більшу оптичну силу в осьовому напрямку, але менший кут огляду. Той же кристал може бути встановлений для широкого кута огляду, але інтенсивність в осьовому напрямку зменшується пропорційно куту випромінювання. Надяскраві світлодіоди класу 0,5 з кутом огляду від 15° до 30° використовуються для інформаційних панелей безпосередньо перед спостерігачем, а світлодіоди з широким кутом огляду використовуються для ширококутних індикаторів або панелей приладів [6].

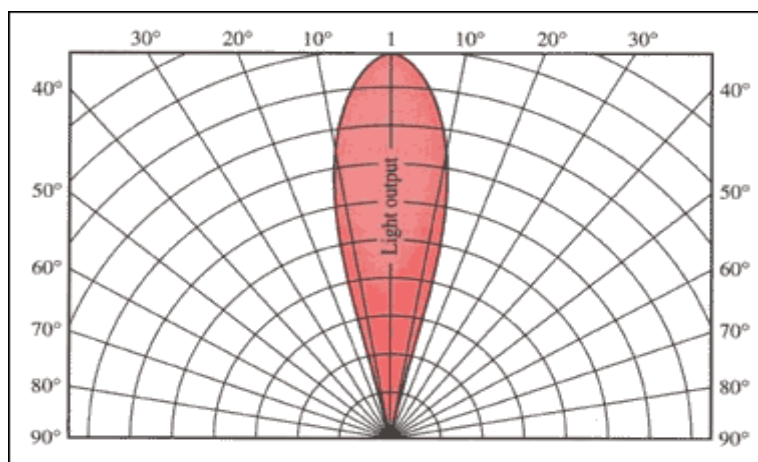


Рисунок 1.3 – Вузька діаграма спрямованості випромінювання

Багато світлодіодних цифрових і буквено-цифрових індикаторів використовують гібридну конструкцію, в якій поєднуються кілька окремих світлодіодних індикаторів в одному корпусі. Це дозволяє створити складніші зображення, такі як цифри, літери або символи.

Гібридні світлодіодні індикатори можуть мати різні форми і розміри в залежності від конкретного застосування. Наприклад, семисегментні індикатори використовують сім окремих світлодіодних сегментів, які можуть бути увімкнені або вимкнені для відображення різних цифр або символів. Інші гібридні індикатори можуть мати більше сегментів для відображення складніших зображень.

При виробництві кристал монтується на каркас або друковану плату і підключається проводами до зовнішніх клем. Кристал кріпиться за допомогою струмопровідної пасти, оскільки підкладка є одним з двох висновків діода (рис. 1.4). Внутрішня проводка індикатора зазвичай з'єднує катод або анод кристала між собою, зменшуючи кількість зовнішніх висновків. Тому індикатори поділяють на індикатори із загальним анодом та індикатори із загальним катодом [6].

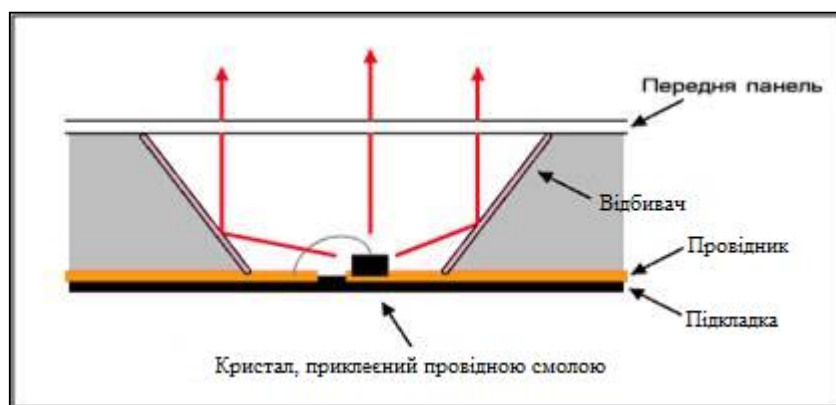


Рисунок 1.4 - Установка кристала для формування сегмента

Процес монтажу починається з підготовки рамки або підкладки, на яку кристал буде монтуватись. Це може бути стандартна стальна рамка або спеціально виготовлена підкладка з посрібленою сталі для поліпшення тепловідведення та світловідображення. Рамка має вирізи або отвори для точного позиціонування та фіксації кристала..

Щодо методу використання друкованої підкладки замість рамки для виготовлення дешевших світлодіодних індикаторів. Цей метод часто застосовується для створення багаторозрядних дисплеїв, зокрема для годин і інших пристроїв, де потрібно відображати числову інформацію.

У цьому методі світлодіодний кристал розміщується безпосередньо на друкованій підкладці, яка має контактні зони для електричного з'єднання. Після розміщення світлодіодного кристала контактні зони можуть бути покриті провідним матеріалом для забезпечення електричного з'єднання.

Характеристики світлодіодів подібні до інших напівпровідникових діодів, оскільки світлодіоди також базуються на р-п переході. Пряма напруга світлодіодів може варіюватись в залежності від типу та структури використаного напівпровідникового матеріалу. (рис. 1.5) Один з головних параметрів світлодіодів - це пряма напруга (Forward Voltage, V_f), яка вимірюється у вольтах (V). Пряма напруга є мінімальною напругою, яка потрібна для того, щоб світлодіод почав проводити електричний струм у прямому напрямку. Пряма напруга залежить від типу і колірної випромінювання світлодіода.

Також оптичні характеристики світлодіода сильно залежать від температури. Коли температура світлодіода змінюється, це може вплинути на його яскравість, колір, ефективність та тривалість роботи. Зазвичай світлодіоди знижують свою яскравість при збільшенні температури. Це може бути викликано зменшенням ефективності випромінювання або зміною внутрішніх параметрів напівпровідникового матеріалу. [6].

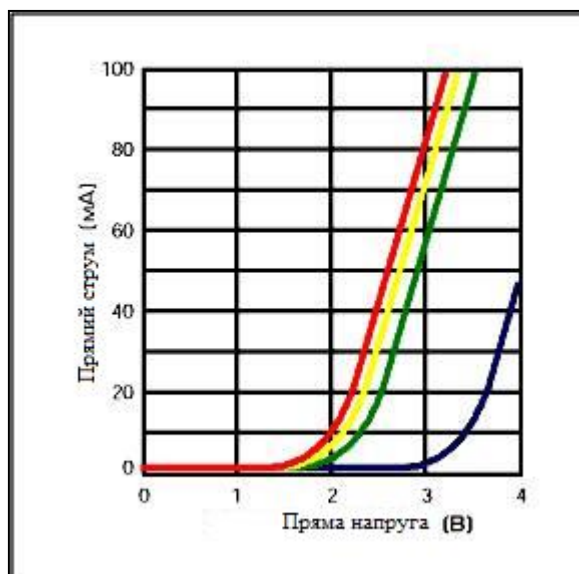


Рисунок 1.5 - Зміна прямої напруги світлодіода від струму і випромінюваного кольору.

1.2 Огляд наукових та технічних джерел, що стосуються використання мікропроцесорних систем у світлодіодних лампах з Wi-Fi

Використання мікропроцесорних систем в світлодіодних лампах з Wi-Fi є актуальною та перспективною технологією, яка забезпечує широкі можливості управління світлодіодними лампами, забезпечуючи їх більш ефективно та зручне використання.

Один із наукових досліджень на тему використання мікропроцесорних систем у світлодіодних лампах з Wi-Fi був опублікований в журналі "International

Journal of Engineering Research and General Science" у 2015 році. У статті описано методику розробки системи керування світлодіодною лампою, яка використовує мікроконтролер STM32F4Discovery та модуль Wi-Fi ESP8266. Автори дослідження проаналізували можливості та обмеження використання мікропроцесорних систем в світлодіодних лампах з Wi-Fi та запропонували шляхи оптимізації їх роботи.

Ще одним науковим дослідженням, яке стосується використання мікропроцесорних систем у світлодіодних лампах з Wi-Fi, є стаття "Design and Implementation of Intelligent LED Lighting Control System Based on Wi-Fi Technology" у журналі "International Journal of Advanced Science and Technology" у 2019 році. У цій статті автори розглядають розробку інтелектуальної системи керування світлодіодними лампами, яка використовує мікроконтролер ESP8266 та модуль Wi-Fi. У дослідженні автори детально описують архітектуру та функціональні можливості системи, а також проводять експериментальні дослідження її роботи.

У дослідженні "Design and Implementation of a Wireless Control System for LED Lighting" автори пропонують розробити систему керування освітленням на основі мікроконтролерів та модулів Wi-Fi. Вони досліджували можливості реалізації різних функцій, таких як керування яскравістю світла, зміна кольору та включення/вимикання світла, використовуючи мобільний додаток.

1.3 Визначення невирішених проблем та вимог до розроблюваної системи

Невирішені проблеми, пов'язані зі світлодіодними лампами Wi-Fi, можуть включати:

- стабільність зв'язку: можуть виникати проблеми зі стабільністю зв'язку між лампою та мережею Wi-Fi, що може призводити до втрати з'єднання або затримок у відповіді на команди;
- сумісність з пристроями: можуть існувати проблеми зі сумісністю ламп з різними пристроями, такими як смартфони, планшети та інші;
- незручне керування: можуть бути проблеми з незручним або нерозумілим інтерфейсом користувача для керування лампою;
- обмежені можливості: можуть виникати обмеження у функціональності лампи, яка може не відповідати певним потребам користувачів;
- безпека та конфіденційність: ще однією з невирішених проблем може бути забезпечення безпеки мережі Wi-Fi та захисту від несанкціонованого доступу до системи. Це може включати розробку механізмів аутентифікації, шифрування даних та захисту від атак;
- невирішеною проблемою може бути захист лампи від зовнішнього втручання або злому. Це може включати застосування механізмів, що запобігають несанкціонованому зміні налаштувань лампи або зміні програмного забезпечення.

Вимоги до розроблюваної системи світлодної лампи Wi-Fi можуть включати:

- функціональні вимоги: регулювання яскравості світла, зміна кольору світла, таймери, планувальник, робота з голосовими асистентами та інші;
- нефункціональні вимоги: надійність, стабільність зв'язку, ефективність енергоспоживання, зручне керування, сумісність з іншими пристроями Wi-Fi та інші;
- вимоги до інтерфейсу користувача: зручне та інтуїтивно зрозуміле керування, можливість дистанційного керування з використанням мобільного додатку або голосового асистента;
- вимоги до безпеки: захист від несанкціонованого доступу до лампи та її керування, шифрування передачі даних по мережі Wi-Fi.

2 ОПИС ПРОЕКТУ

Проект "Розробка мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi" полягає в створенні інноваційного освітлювального пристрою, який комбінує в собі світлодіодну технологію, мікропроцесорну систему та можливість бездротового з'єднання через Wi-Fi.

Основною метою цього проекту є створення лампи, яка забезпечує ефективне та енергозберігаюче освітлення, а також може легко керуватися та налаштовуватися за допомогою смартфона або іншого пристрою через Wi-Fi зв'язок.

Основні компоненти системи включають світлодіодну матрицю, мікроконтролер ESP8266, Wi-Fi модуль та сенсорну кнопку ввімкнення.

Завдяки мікропроцесорній системі та Wi-Fi модулю, користувач може взаємодіяти з лампою за допомогою спеціального мобільного додатка. Цей додаток надає можливість вмикати та вимикати світло, регулювати його яскравість та колір, створювати різноманітні налаштування освітлення, налаштовувати різноманітні ефекти, а також графічно відображати інформацію про споживання енергії.

Додатково, система може бути інтегрована з розумними домашніми системами, такими як "розумний будинок" або системи "розумне освітлення", що дасть змогу автоматизувати управління освітленням, створювати розклади включення/вимикання, а також забезпечити інтелектуальні функції, наприклад, автоматичне вимикання світла при виході з кімнати.

Проект "Розробка мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi" має потенціал для створення ефективних та зручних освітлювальних рішень, які сприятимуть збереженню енергії та поліпшенню комфорту сучасної людини.

2.1 Опис загальної архітектури мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi

Загальна архітектура мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi може включати наступні компоненти:

- світлодіодна матриця: основним джерелом світла є світлодіоди, розташовані на матриці. Вони забезпечують основне освітлення лампи і можуть мати різні кольори та інтенсивності;
- мікроконтролер - центральним елементом системи є мікроконтролер, який виконує обчислення та керування всіма функціями лампи. В цьому проекті задіяний мікроконтролер ESP8266, він має достатню потужність для обробки сигналів та забезпечення безперервної роботи лампи;
- кнопка включення та відключення лампи – в цілях безпеки та більш комфортного керування пристроєм;
- блок живлення - лампа повинна мати джерело живлення, яке забезпечує електроенергію для роботи світлодіодів, мікроконтролера та інших компонентів системи;
- абажур для лампи - для розсіювання світла, створення приємної атмосфери та захисту очей від прямих блисків;

Ці компоненти співпрацюють між собою, забезпечуючи функціональність мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi. В наступному пункті більш детально будуть розглянуті їх характеристики.

2.2 Визначення функціональних вимог до системи та їх обґрунтування

Світлодіодна матриця - це сукупність кристалів, які використовуються для створення і ремонту вуличних світильників, прожекторів і промислових освітлювальних приладів. Затребувана в потужних, але недорогих джерелах світла. Щоб правильно провести монтаж і ремонт, користувач повинен знати, який саме варіант йому слід вибрати [7].

Зовнішній вигляд кристала світлодіодної матриці зображено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд кристала світлодіодної матриці

Світлодіодні матриці мають поліпшені якостями, ніж лампи розжарювання або будь-які інші освітлювальні прилади. Поступово витісняють з ринку люмінесцентні та лампи розжарювання, завдяки своїм основним якостям: надійність, світловий потік, мале споживання електроенергії.

Виготовляються світлодіодні матриці на спеціальній теплопровідній підкладці, що володіє ізоляційними якостями. У деяких моделях актуальні драйвера, що впливають на стабілізацію подачі напруги і нагрів освітлювального приладу. Єдина схема, виконана з безлічі простих світлодіодів, з'єднана паралельним або послідовним методом. Таким чином, споживання вхідної напруги менше, а світлова ефективність вище.

Потужні світлодіодні матриці являють собою збірки з декількох кристалів в одному блоці. Спеціальна пластикова основа дозволяє провести монтаж оптики для ефективного розсіювання світла. Стандартними і найпоширенішими вважаються потужні світлодіодні матриці на 10 Вт:

- оптимальна напруга (11-12В);
- стабілізація струму (0,9-1А);
- високий рівень світловіддачі.

При установці особливо важливо спроектувати охолодження, здатне попередити випадкові поломки і передчасну втрату яскравості. LED-світильник по закінченню терміну придатності починає втрачати свою яскравість і поступово згасає [7,8].

ESP8266 є мікроконтролером, розробленим китайською компанією Espressif Systems. Він має вбудований Wi-Fi інтерфейс, що дозволяє підключатися до бездротових мереж і взаємодіяти з Інтернетом. ESP8266 отримав значну популярність завдяки своїм можливостям Wi-Fi та доступності.

Зовнішній вигляд мікроконтролера ESP8266 зображено на рисунку 2.2

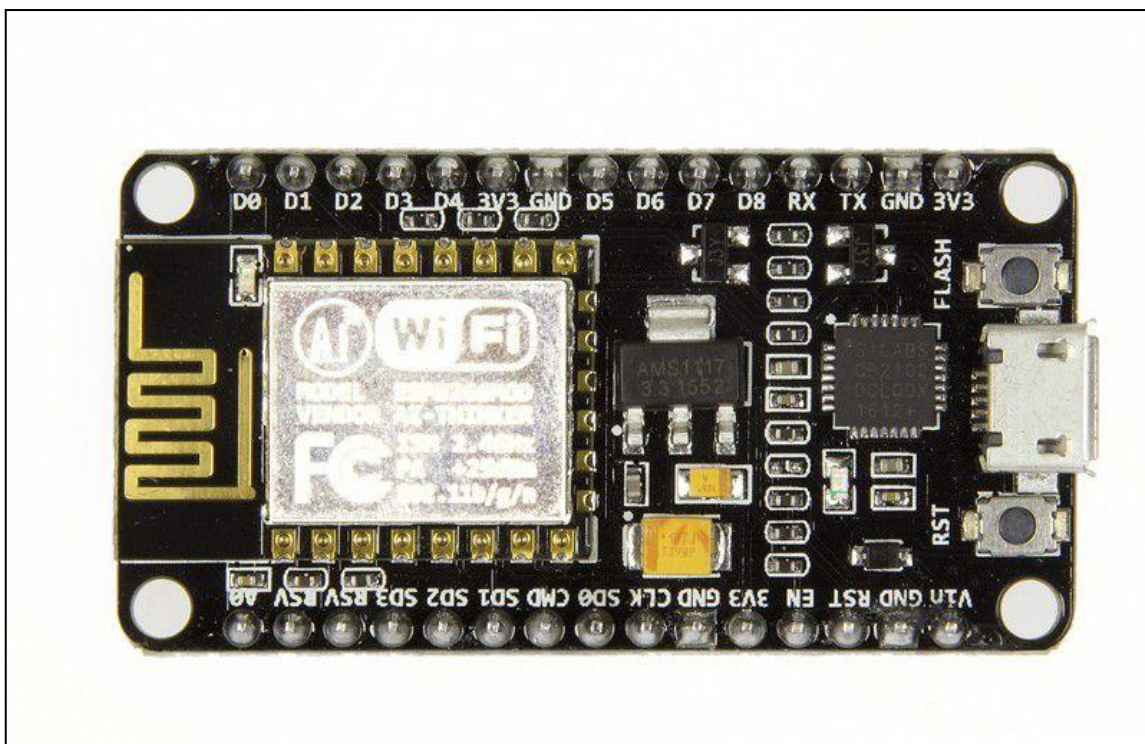


Рисунок 2.2 – Мікроконтролер ESP8266

Мікропроцесор ESP8266 є популярним мікроконтролером, який широко використовується в сфері Інтернету речей (IoT) та розробці бездротових додатків. Ось деякі характеристики цього мікропроцесора:

- архітектура: ESP8266 базується на архітектурі Xtensa LX106, яка є низьковитратною та енергоефективною;
- частота процесора: ESP8266 має вбудований процесор з тактовою частотою 80 МГц, але за допомогою розгону його можна підняти до 160 МГц;
- вбудована пам'ять: мікропроцесор має вбудовану флеш-пам'ять, яка може бути в розмірі від 512 Кб до 16 Мб, залежно від версії чипу ESP8266;
- бездротові можливості: ESP8266 підтримує стандарт Wi-Fi IEEE 802.11b/g/n, що дозволяє йому працювати у режимі клієнта або точки доступу. Він також може використовуватись для бездротового обміну даними за допомогою протоколів TCP/IP;
- GPIO та периферійні інтерфейси: мікропроцесор має різні GPIO (загального призначення входи/виходи), які можуть використовуватись для

підключення зовнішніх пристроїв. Також є підтримка шини I2C, SPI та UART для підключення до різних пристроїв;

- енергоефективність: ESP8266 має режими сну, що дозволяють знижувати споживання енергії у періоди неактивності, що є важливим для забезпечення тривалого функціонування на батареї;

Наразі немає офіційних відомостей про точну кількість кешу інструкцій та ОЗП даних, які доступні для ESP8266.

Сенсорна кнопка TTP-223 (TTP-223 Touch Sensor Module) електронний модуль, який використовується для розпізнавання дотику. Вона має компактний розмір і простий у використанні інтерфейс.

Сенсорна кнопка TTP-223 має наступні основні характеристики:

- сенсорна панель: має чутливу металеву область, яка реагує на дотик;
- виводи: модуль має три виводи - VCC (живлення), GND (земля) і SIG (сигнал);
- живлення: модуль може працювати в діапазоні напруги від 2,0 до 5,5 вольт;
- вихідний сигнал: при дотику до сенсорної панелі вихідний сигнал змінюється, що дозволяє використовувати його для визначення дотику.

Для використання сенсорної кнопки TTP-223 потрібно підключити її до джерела живлення і мікроконтролера або іншого пристрою. При дотику до сенсорної панелі вихідний сигнал змінюється, і його можна використовувати для активації певних дій або обробки в програмному забезпеченні.

Використання сенсорної кнопки TTP-223 може бути різноманітним, включаючи її використання в проектах зв'язаних з робототехнікою, автоматизацією, освітніми проектами та іншими сферами, де потрібне визначення дотику або активація за допомогою кнопки.

Варто зазначити, що конкретні особливості і властивості модуля можуть відрізнятися залежно від виробника або модифікації TTP-223, тому перед

використанням модуля рекомендується ознайомитися з документацією, наданою виробником.

Сенсорні кнопки влаштовані так, що вони реагують на зміну ємності. Спочатку кнопка має певну ємність, яка різна у кожній моделі датчиків[10]. Приклад роботи цієї кнопки зображено на рисунку 2.3

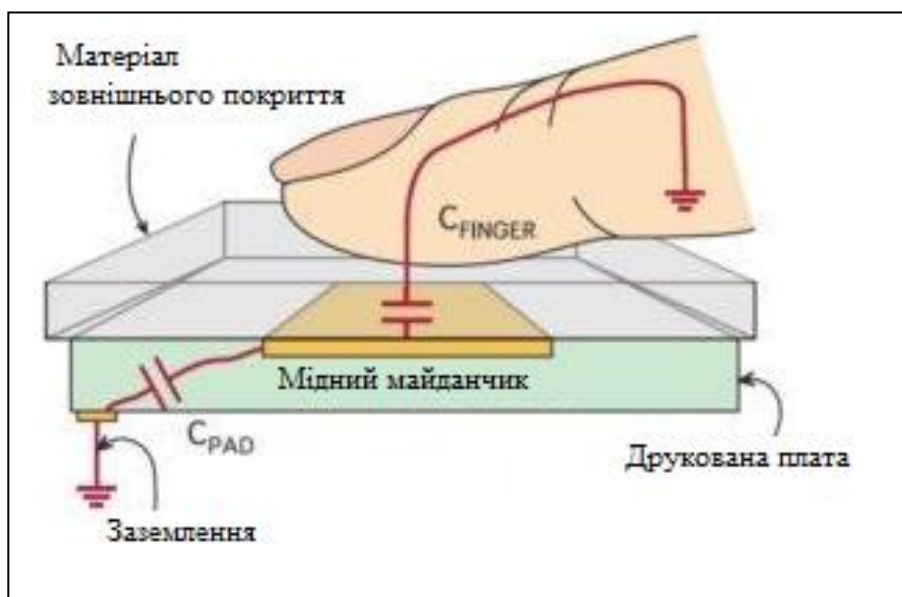


Рисунок 2.3 – Робота сенсорної кнопки

Так як тіло людини має деяку ємністю і невеликим реактивним опором. Якщо доторкнутися пальцем якогось провідника, то по ньому потече струм витіку. У сенсорній кнопці встановлений чіп ТТР223, який визначає цей витік. Приклад кнопки ТТР223 зображений на рисунку 2.4



Рисунок 2.4 – Кнопка ТТР223

При виборі джерела живлення для підключення світлодіодної стрічки необхідно знати параметри самої стрічки: напруга живлення і споживану потужність. Напруга харчування в пригнічують випадках становить 12 вольт (зустрічаються також стрічки з напругою живлення 24 і 36 вольт) при постійному струмі (!), Проте часто ця величина змінюється на кілька десятих часток. Таким чином, нормальним можна вважати напруга живлення стрічки $12 \pm 0,5$ вольт. При зменшенні напруги світлодіоди на стрічці будуть світити трохи темніше, однак при цьому значно збільшується ресурс їх роботи. При збільшенні напруги, навпаки, яскравість світіння світлодіодів підвищується, а ресурс їх роботи різко знижується [11].

Споживана світлодіодною стрічкою потужність визначається напругою живлення і споживаним струмом на один метр. Наприклад, стрічка SMD 3528 60led / m з напругою живлення 12В і робочим струмом 0,4А / м буде споживати потужність 4,8 Вт/м.

Однак робочий струм, споживаний одним метром світлодіодної стрічки, не є постійною величиною. Він визначається типом застосованих в стрічці світлодіодів і резисторів, їх кількістю і не тільки. Характеристики стрічки також можуть змінюватися. Тому при розрахунку споживаної потужності стрічки

заданої довжини рекомендується використовувати дані з офіційного сайту виробника [11].

Що стосується джерел живлення для світлодіодної стрічки, то такими можуть бути або блок живлення (БЖ), або акумулятор / акумуляторна батарея. Вибір того чи іншого джерела живлення залежить в основному від умов застосування світлодіодної стрічки. Блок живлення підключається до мережі $\sim 220\text{V}$, а акумуляторна батарея (АКБ) є незалежним джерелом енергії.

Існує кілька типів БЖ. Стосується до світлодіодних стрічок, зазвичай використовуються імпульсні блоки живлення з вихідною напругою 12В. Залежно від виконання корпусу БЖ, вони можуть бути негерметичними і герметичними. Перші застосовуються в закритих приміщеннях з низьким рівнем вологості. Герметичні БЖ використовують при підвищеній вологості, при зовнішньому монтажі.

Приклад блоків живлення зображено на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Блоки живлення

БЖ в металевому перфорованому корпусі обладнані колодкою для підключення проводів, закривається пластиковою кришкою. До цієї колодки приєднуються дроти живлення ($\sim 220\text{V}$) і вихідні дроти (12В). Вони, на відміну

від інших, мають регулятор напруги, розташований праворуч від колодки для підключення. З його допомогою можна внести корективи вихідного напруження в межах двох вольт (± 1 вольт).

Приклад блоків живлення в металевих корпусах зображено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Блоки живлення в металевих корпусах

БЖ даного типу монтуються за допомогою спеціальних різьбових отворів, розташованих на бічній і нижній поверхнях корпусу. На колодці для підключення проводів є затискачі (зліва на право):

- мережа 220В (L і N);
- заземлення;
- Пара вихідних затискачів «+» і «-» (одна, дві або три в залежності від потужності БЖ).

БЖ в пластиковому корпусі не мають колодки для підключення проводів. Замість цього вони обладнані проводом для підключення до мережі 220В і зі зворотного боку - проводом для з'єднання зі споживачем (12 В). На кінці вихідного дроти є роз'єм живлення Jack 5,5 мм. Такі БЖ не мають отворів / вушок для монтажу.

Характеристики БЖ в пластиковому корпусі:

- негерметичність;
- у відкритому металевому корпусі;
- для під'єднання потрібна тільки викрутка;
- є можливість коригувати вихідну напругу (10,5-14,5 В).

Приклад блоків живлення в пластикових корпусах зображено на рисунку 2.7



Рисунок 2.7 – Блоки живлення в пластикових корпусах

БЖ в герметичному металевому корпусі не мають роз'ємів для підключення до мережі (220 В) і підключення споживача (12 В). Їх корпус виконаний з алюмінієвого сплаву.

Усередині такі БЖ повністю залиті спеціальним твердим компаундом. Короткі дроти в місці виходу їх з корпусу загерметизовані силіконом. На бічних поверхнях таких БЖ виконані монтажні вушка. Підключення до мережі, а також споживача до вихідних проводах здійснюється за допомогою пайки.

Приклад блоків живлення в герметичних металевих корпусах зображено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Блоки живлення в герметичних металевих корпусах

Абажур або плафон є складовою частиною світильника і використовується для розсіювання світла та створення приємної атмосфери освітлення. Вони можуть мати різні форми, матеріали і дизайни, що дає велику варіативність у виборі світильників для різних приміщень та стилів оформлення.

Абажури і плафони зазвичай виготовляються з різних матеріалів, таких як скло, тканина, пластик, метал, бамбук тощо. Вони можуть мати прозору, матову або кольорову поверхню, що впливає на розсіювання світла та створення відповідного ефекту.

Форма абажура або плафона може бути довільною - це може бути куляста, циліндрична, конічна, плоска або будь-яка інша форма, яка відповідає задуму дизайнера чи вимогам приміщення. Різноманітність форм і стилів дозволяє створити естетично привабливі світильники, які гармонійно вписуються в інтер'єр.

Приклад плафону для проекту зображено на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 – Плафон світлодіодної лампи

2.3 Розробка електронної схеми та вибір компонентів для системи

Розробити Wi-fi лампу було вирішено на мікроконтролері ESP8266, який просто програмується та має ряд переваг.

На сьогоднішній день ESP8266 залишається одним з найпопулярніших Wi-Fi модулів для розробки IoT-проектів. Однак, існують інші аналоги ESP8266, які також можуть бути варто розглянути. Давайте розглянемо деякі аналоги та переваги обрання саме ESP8266:

- ESP32 є наступним поколінням модуля від Espressif Systems, якій належить і ESP8266. Він має більшу кількість функціональних можливостей, включаючи підтримку Bluetooth, більше GPIO-пінів і вищу продуктивність порівняно з ESP8266. Однак, ESP8266 залишається популярним вибором завдяки своїй простоті використання, низькій вартості та великій спільноті розробників, що надає багато документації та підтримку;

- arduino WiFi Shield - це розширення для платформи Arduino, яке дозволяє підключити Arduino до Wi-Fi. Воно зручне для користувачів Arduino, але в порівнянні з ESP8266 воно може бути дорожчим та має обмежені можливості;

- particle photon - це інша платформа, що пропонує Wi-Fi модуль для IoT-розробки. Ця платформа має свою хмарну інфраструктуру, що полегшує підключення та керування пристроями. Однак, ESP8266 продовжує залишатися популярним вибором завдяки своїм перевагам у вартості, простоті використання та широкому спектру підтримуваного програмного забезпечення.

Чому варто обрати саме ESP8266:

- вартість: ESP8266 є дуже доступним модулем порівняно з іншими аналогами, що дозволяє економити витрати на проект;

- широка спільнота розробників: ESP8266 має велику спільноту розробників, яка надає підтримку, документацію та приклади коду. Це важливо при вирішенні проблем та пошуку рішень;

- легкість використання: ESP8266 легко програмувати за допомогою популярних середовищ розробки, таких як Arduino IDE, і має дружній для початківців інтерфейс;

- Низьке споживання енергії: ESP8266 має добру енергоефективність, що особливо важливо для батарейних пристроїв або проектів з обмеженими джерелами енергії.

ESP8266 — це мікроконтролер, розроблений у 2014 році та виготовлений китайською компанією Espressif Systems, що базується в Шанхаї.

Існує багато модифікацій плат, які зазвичай називаються від ESP-01 до ESP-12. Зараз є плати з іншими назвами від сторонніх розробників. Різниця між платами в основному полягає в портах введення і виведення, кількості флеш-пам'яті, типу роз'єму і тому подібне. Процесор однаковий, тому з точки зору програмування не має значення, яку плату ви програмуєте.

ESP8266 розроблений таким чином, що він може використовувати підключений до нього модуль пам'яті, яким зазвичай є флеш-пам'ять. Нагадаємо, що кількість циклів перезапису в таку пам'ять становить 10000 раз. Це цілком достатньо для випадків коли додаток записує в пам'ять свої настройки або веде будь-якої лог даних, але якщо ваше додаток записує свої дані занадто швидко, пам'ять незабаром перестане працювати.

ESP8266 - це Wi-Fi пристрій, значить і підключитися до нього можна через Wi-Fi, однак перед цим слід його налаштувати - процесор не знає назвою вашої локальної мережі й пароля для підключення до неї, а також інших можливих налаштувань. Це, звичайно, справедливо для випадку коли ми хочемо щоб модуль підключався до нашої мережі. Для випадку коли сам модуль працює в режимі точки доступу, все трохи складніше [9].

Щоб спростити роботу з модулем на етапах програмування та налагодження програми, ви можете використовувати послідовний порт (UART). ESP8266 має спеціальний послідовний порт - два порти з позначками Rx і Tx. Tx використовується для передачі даних, а Rx використовується для прийому. Ці порти підключають модуль до відповідних портів партнера. Підключати цей порт до комп'ютера найзручніше за допомогою перехідника USB-UART. За допомогою цього з'єднання ми можемо надсилати команди модулю безпосередньо з клавіатури до термінальної програми та отримувати відповіді від модуля до терміналу або писати програми в модуль.

При підключенні через UART слід встановити однакову швидкість портів. У процесі завантаження модуль ESP8266 намагається автоматично визначити швидкість підключення пристрою-партнера і встановити у себе таку-ж.

У модуля ESP8266 є також другий послідовний порт. Головне його призначення - висновок діагностичної та налагоджувальної інформації. Це може бути дуже корисним при перевірці своєї програми. Пін Tx другого послідовного порту мультиплексовану з піном GPIO2 [12].

Схема підключення мікроконтролера ESP8266 зображено на рисунку 2.10

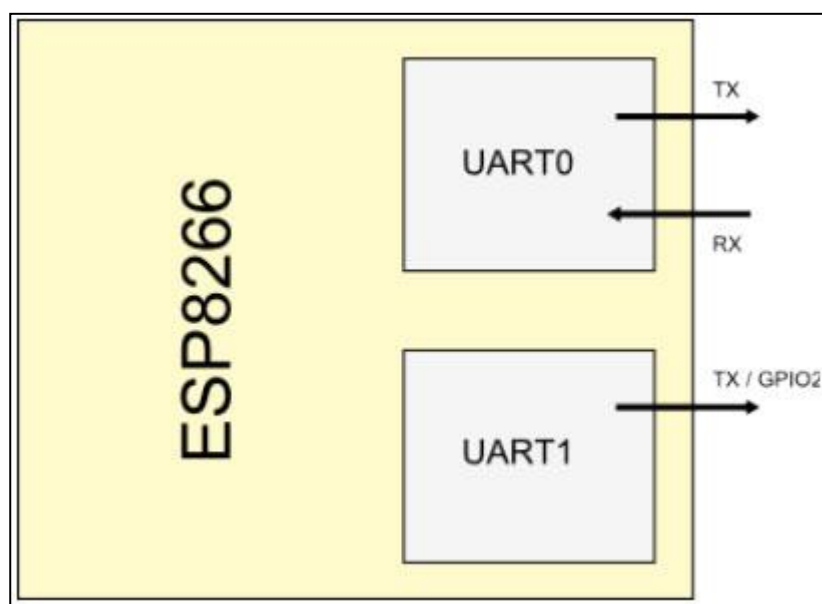


Рисунок 2.10 - Схема підключення мікроконтролера ESP8266

Працюючи з пристроями стандарту Wi-Fi, бажано мати розуміння принципів його роботи в бездротовій мережі. На високому рівні, Wi-Fi - це бездротова мережа для з'єднань TCP / IP. Wi-Fi - це набір протоколів бездротової мережі, описаних у стандарті IEEE 802.11 [12].

Пристрій, що називається WAP - бездротовою точкою доступу (точкою доступу) працює як вузол комунікацій. Зазвичай воно підключено або працює в режимі роутера. Наприклад, Wi-Fi роутер в вашому домі працює в такому режимі.

Модуль ESP8266 може працювати як в режимі точки доступу (Access Point), так і в режимі клієнта - робочої станції (Station), а також можливо в обох режимах

одночасно. У більшості випадків точка доступу має підключення до інтернету та діє як міст між пристроями.. Декілька робочих станцій у локальній мережі Інтернет також спілкуються одна з одною через точку доступу. Одночасно станцію можна підключити лише до однієї точки доступу. Кожен пристрій у мережі має власну унікальну MAC-адресу - 48-

Якщо в межах видимості знаходиться кілька точок доступу, їх потрібно якось розрізняти, тому у кожній точки доступу є мережевий ідентифікатор, званий SSID (Service Set Identifier, іноді також званий BSSID) - це ім'я мережі, що має довжину до 32 символів.

Найшвидший спосіб зв'язатися з модулем ESP8266 — надіслати йому AT-команди та отримати відповідь. Набір AT-команд - це спеціальний набір інструкцій, які наш модуль розпізнає і може щось робити, отримавши їх і відправивши на термінал результат їх реалізації. Програма під назвою AT Command Processor уже встановлена в модулях ESP8266 і готова для них отримання послідовного порту. Ці команди починаються з символів "AT"[12].

Щоб вибрати світлодіодну матрицю, необхідно визначитися з метою, де вона буде використовуватися. Наприклад, для освітлення невеликої території стане актуальною матриця на 12 - 15 Вт. Чим більше відстань - тим вище енергоспоживання. Відтінок - білий, злегка віддає синявою.

Фахівці радять вибирати матрицю за такими критеріями:

- товста мідна підкладка, яка не володіє намагнічує ефектом;
- хромоване покриття і блиск - ознака якісних компонентів;
- Висновки якісних світлодіодів зовсім не магнітяться, так як виконані з чистої міді;
- Потужність, форма і розмір кристалів: 8x8, 16x16, 30x30, 35x35, 38x38. та інші.

У якісних світильниках використовуються кристали правильної форми [6].

Приклад схеми світлодіодної матриці 8x8 зображено на рисунку 2.11

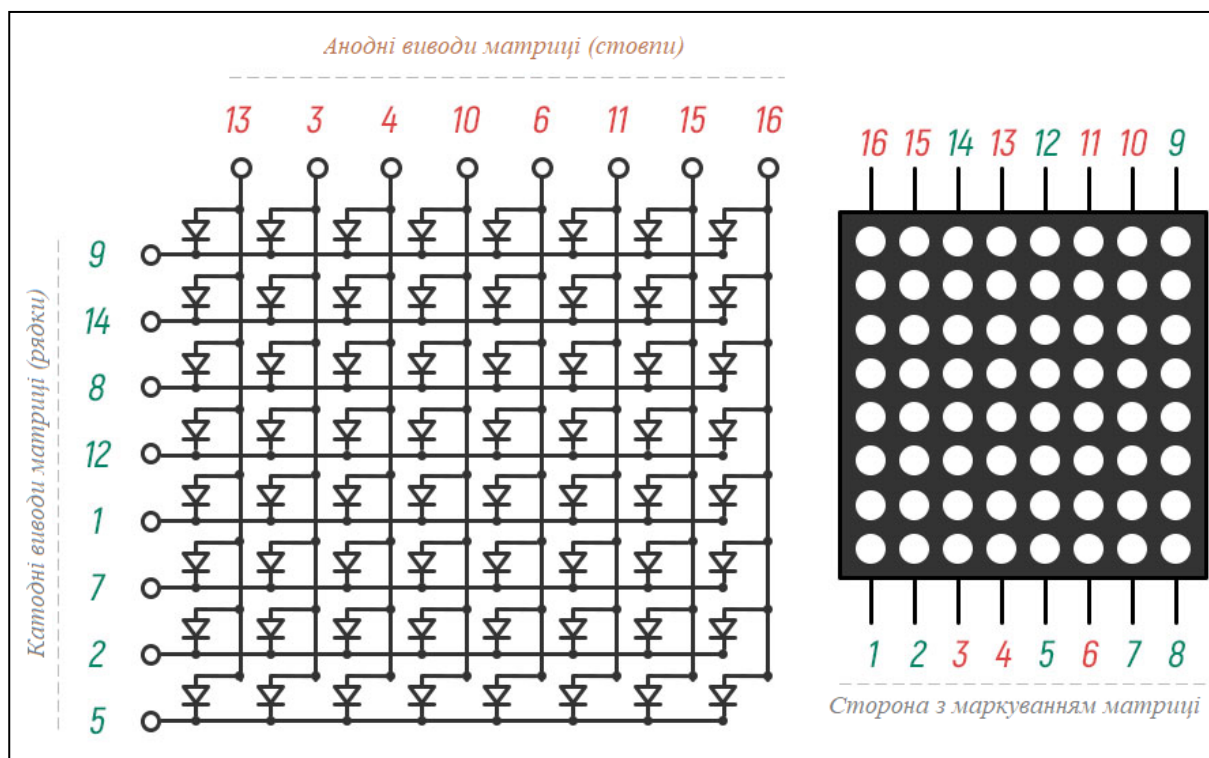


Рисунок 2.11 – Схема світлодіодної матриці 8x8

Матриці можна використовувати як звичайний освітлення, сконструювавши невеликий освітлювальний прилад. Кріпиться на саморізи або спеціальний клей, додатково промазуючи термопастой. Для конструкції використовується радіатор або стабілізатор напруги, який можна придбати в будь-якому спеціалізованому магазині. Іноді, в якості основи, може виступати старий комп'ютерний блок живлення, з підключеними вентиляторами.

2.4 Розробка програмного забезпечення для мікропроцесорної системи

Програмування модуля ESP8266 буде програмуватися через програму Arduino IDE. Це найкраща програма для початківців.

Ардуіно IDE - інтегроване середовище розробки, розроблене спеціально для платформи Ардуіно. Це безкоштовний інструмент, який надає зручний і простий

інтерфейс для написання, компіляції та завантаження програм на мікроконтролер Ардуіно.

Ардуіно IDE забезпечує базовий набір функцій, необхідних для програмування мікроконтролерів Ардуіно. Він має текстовий редактор, де можна писати програми на мові програмування Arduino, що базується на мові C/C++. Крім того, IDE має функціональність компіляції програми, перевірки синтаксису, завантаження програми на плату Ардуіно та моніторингу виводу даних з мікроконтролера. [13].

Вигляд програми Arduino IDE можна побачити на рисунку 2.12

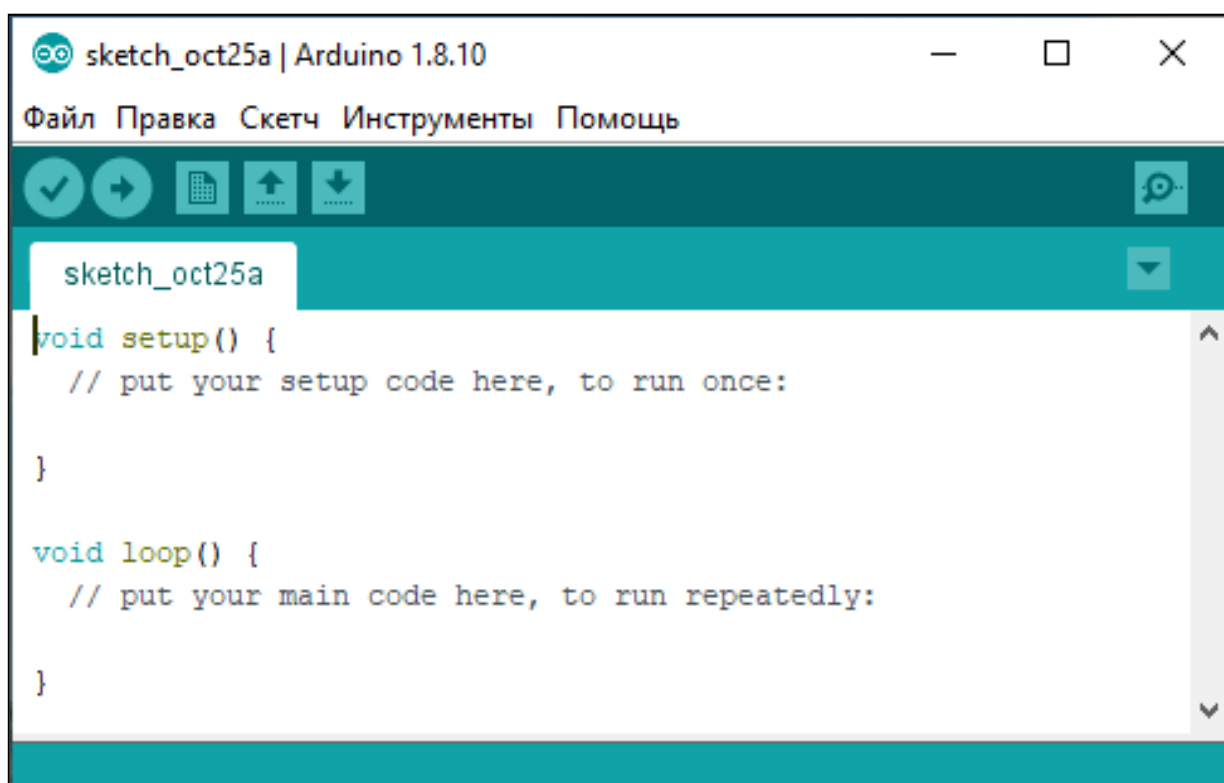


Рисунок 2.12 – Програма Arduino IDE

Середовище розробки Arduino поставляється разом з бібліотекою програм, яка називається «Wiring», що бере початок від проекту Wiring, який дозволяє робити багато стандартних операцій введення / виводу набагато простіше.

Загалом, Arduino дозволяє створити електронні пристрої, які мають можливість приймати сигнал від різних цифрових і аналогових датчиків,

підключених до них, а також управляти різними виконавчими пристроями. Засновані на Arduino проекти можуть працювати самостійно або взаємодіяти з програмним забезпеченням на ПК.

Arduino IDE є інтегрованим середовищем розробки, яке допомагає програмістам писати програми для платформи Ардуіно.

У Arduino IDE програми, які називаються "скетчі", можуть бути написані на мові програмування Arduino, що базується на мові C/C++. Arduino IDE надає текстовий редактор, де можна писати код програми. Редактор має підсвічування синтаксису та допомагає програмісту в написанні коду.

Після написання скетчу, Arduino IDE виконує кілька операцій. Спочатку скетч перевіряється на наявність синтаксичних помилок та інших помилок програми. Потім скетч перетворюється в мову C++, яка є стандартною мовою програмування для Arduino. Після цього код компілюється в машинний код, зрозумілий для мікроконтролера Arduino.

Arduino IDE також надає можливість завантажити скомпільовану програму на плату Arduino. Завантаження виконується через з'єднання між комп'ютером та платою Arduino, використовуючи USB або інші доступні засоби зв'язку. Серед подібних за функціями програм Arduino IDE відрізняється доступністю, зрозумілістю для новачків і широким спектром можливостей для професіоналів. Програма має зручний для використання і розуміння інтерфейс. Вона сумісна з різними версіями операційних систем Windows. Тому, використовуючи стандартні бібліотеки, кожен початківець в лічені хвилини може створити простенький проект.

Важливо і те, що в цьому середовищі розробки передбачені всі основні інструменти, необхідні для роботи. Серед її функцій є, наприклад збереження, експорт, пошук, перевірка, заміна скетчів.

Користувачі відзначають, що деякі версії Arduino IDE працюють нестабільно. Також не варто сподіватися, що з цією програмою можна створити серйозний проект. Arduino IDE швидше підходить для хобі-проектів.

Перша версія середовища розробки Ардуіно офіційно з'явилася в серпні 2005 року. З тих пір сплигло багато води, програма кілька разів зазнавала революційні зміни. До 2011 року номери версій складалися з однієї цифри (останньої була 0023 - версія від 09.11.2011). Потім з'явилася більш звична запис з «мінорними» і «мажорними» оновленнями. Так, Arduino 1.0.0 з'явилася 30.11.2011, а версія 1.0.1 - в травні 2012.

Ключовими за кількістю оновлень і пов'язаних з ними проблем сумісності стали переходи з версії 1.0.7 і 1.5. Багато бібліотек, які перебувають під «старі версії» програми не могли компілюватиметься в нових через зміни в системних бібліотеках та інших внутрішніх механізмах збірки проекту. Особливо сильно це проявилось під час переходу на 1.6 версію. Якщо у вашому проекті є стародавні бібліотеки, некоректно працюють з сучасними версіями IDE, вам доведеться змінювати їх самому, чекати, поки це зроблять автори або підкоритися обставинам і встановити ту версію, з якої буде працювати бібліотека.

Найсвіжіший стабільний випуск Arduino IDE є версія 1.8.7.

Ще одне важливе питання - українізація середовища розробки. Давайте відразу розберемося з тим, як перевести Arduino IDE на українську. Насправді, для цього не потрібно шукати або завантажувати спеціальні версії. Ви завантажуєте і встановлюєте звичайну версію, досить просто вибрати ваш мову зі списку доступних мов у відповідному пункті налаштувань.

Налаштування програми Arduino IDE зображено на рисунку 2.13

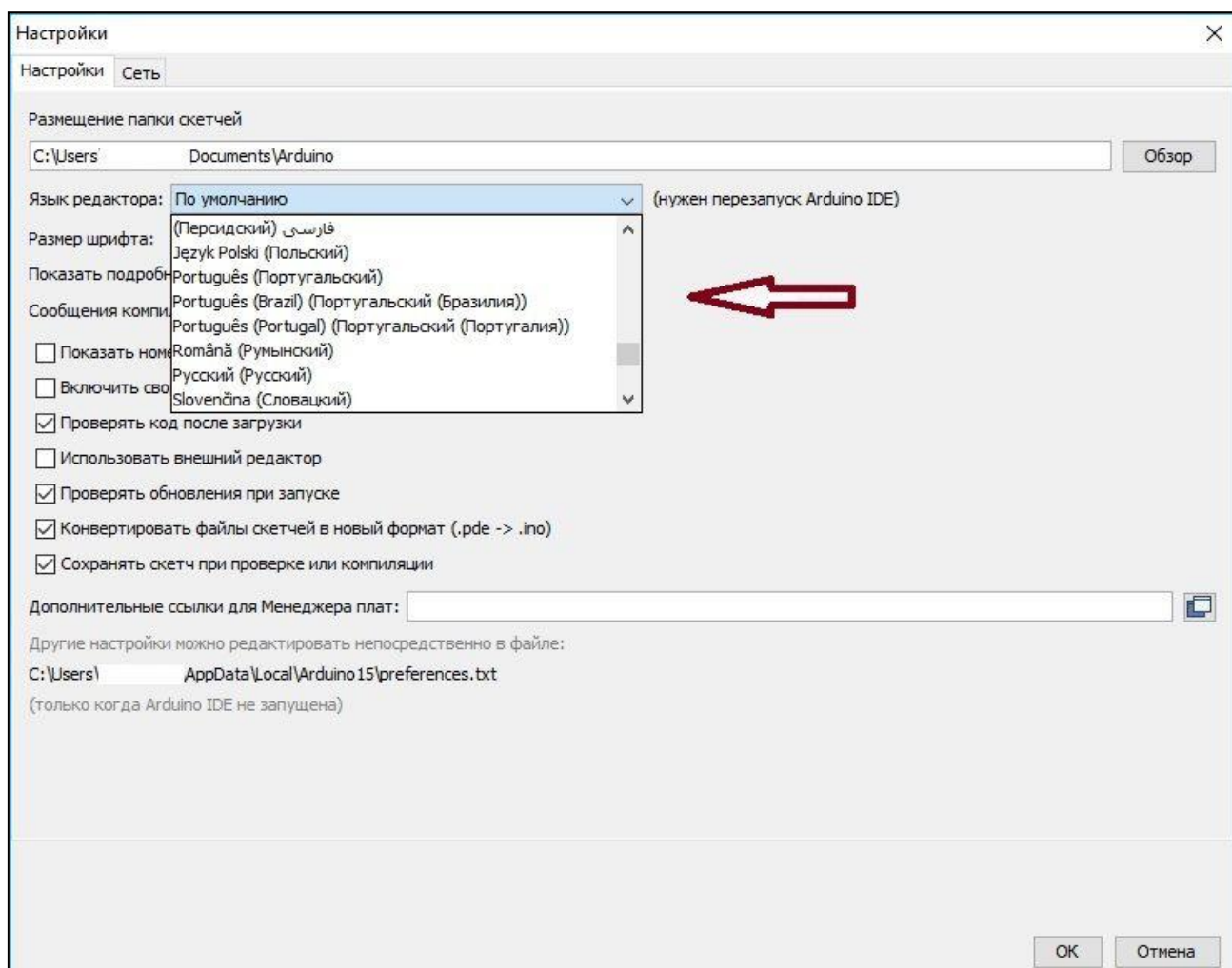


Рисунок 2.13 – Налаштування Arduino IDE

NodeMCU є платформою на основі модуля ESP8266, призначеною для розробки програмного забезпечення та програмування мікроконтролера ESP8266. NodeMCU пропонує зручне середовище для розробки програмного забезпечення, що дозволяє легко програмувати та взаємодіяти з модулем ESP8266.

Основні особливості NodeMCU включають наступне:

- мова програмування Lua: NodeMCU за замовчуванням підтримує мову програмування Lua, що спрощує розробку програм для ESP8266. Lua є простою та легкою мовою, яка дозволяє швидко створювати програми для керування модулем ESP8266;
- інтерфейси та GPIO: NodeMCU надає доступ до GPIO (загального призначення входи/виходи) модуля ESP8266 для зовнішнього підключення датчиків, периферійних пристроїв та інших компонентів. Він також підтримує

інтерфейси, такі як I2C, SPI та UART, для зручного підключення зовнішніх пристроїв;

- легкість використання: NodeMCU забезпечує простий та зручний спосіб програмування модуля ESP8266. Він надає можливість швидко завантажувати програми на ESP8266, здійснювати моніторинг та керування пристроєм через послідовний порт;

- розширені можливості: NodeMCU також підтримує розширені можливості, такі як підтримка мережі Wi-Fi, зчитування температури, керування світлодіодами та багато іншого. Це дозволяє створювати різноманітні проекти інтернету речей (IoT) з використанням модуля ESP8266.

Загалом, NodeMCU є потужною та зручною платформою для розробки програмного забезпечення на базі модуля ESP8266. Вона дозволяє ефективно використовувати можливості ESP8266 та прискорює процес розробки IoT-проектів.

Підключаємо плату NodeMCU до комп'ютера за допомогою USB кабелю:

З початку необхідно встановити драйвер CP2102, потім відкриваємо Arduino IDE.

Заходимо в розділ «інструменти» -> «плата» -> «менеджер плат», де вибираємо «esp8266» і викачуємо останню версію. Приклад скачування зображено на рисунку 2.14.

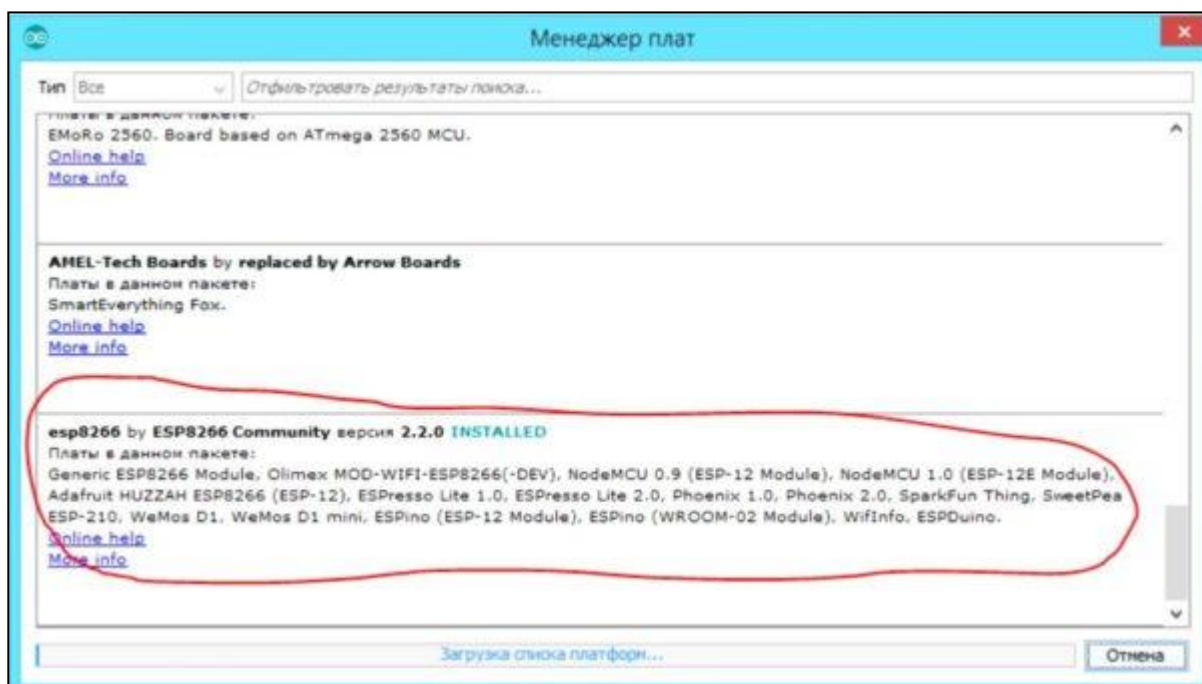


Рисунок 2.14 - Скачування esp8266

Далі, заходимо в розділ «інструменти» -> «плата» і знаходимо Node MCU, приклад зображено на рисунку 2.15

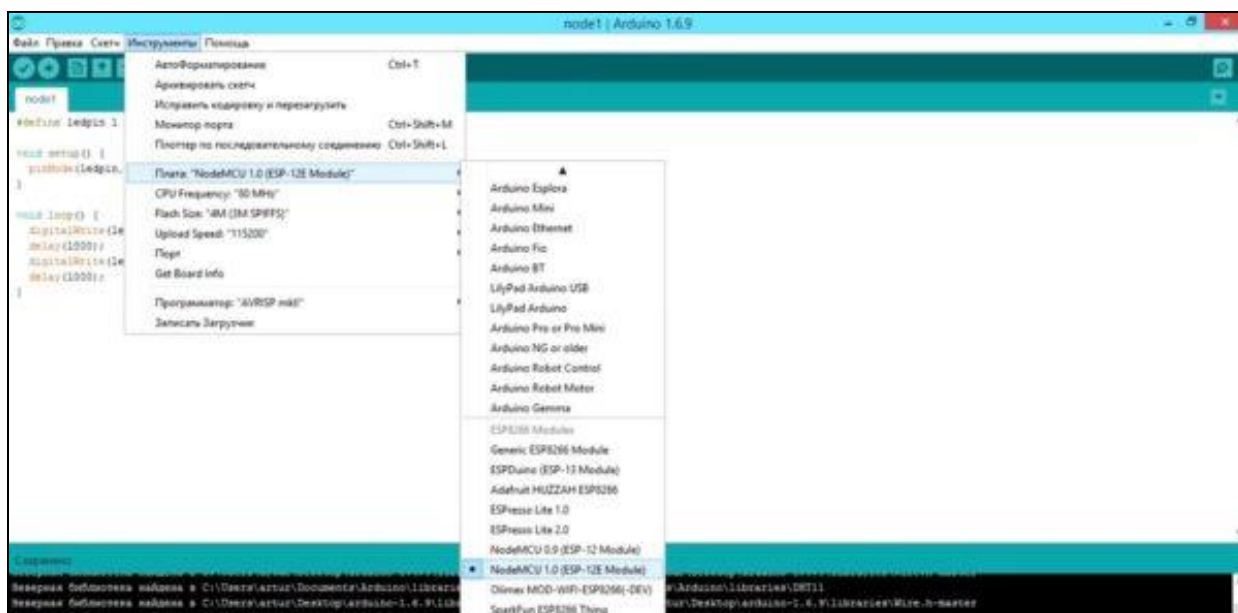


Рисунок 2.15 – Налаштування плати

Необхідно в тому ж розділі зайти в розділ «порт» і вибрати той, в який підключена плата, приклад зображено на рисунку 2.16

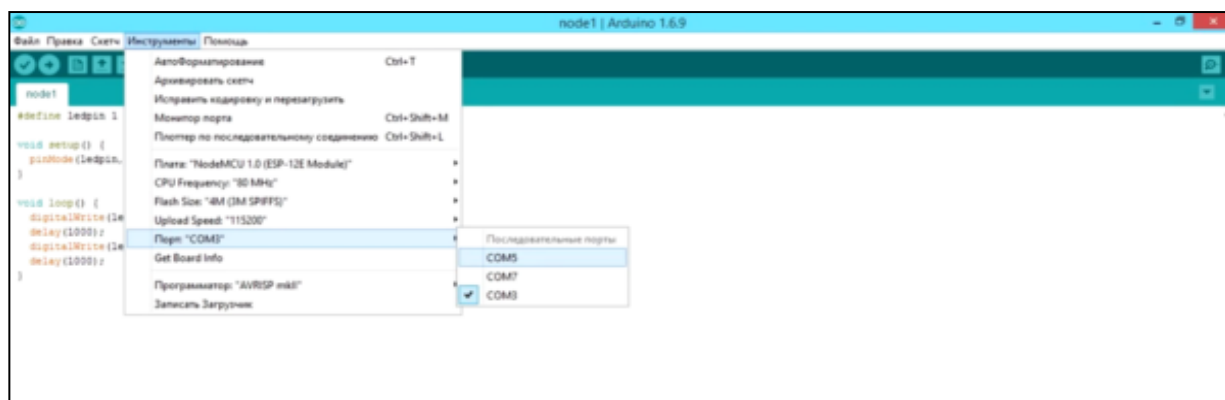


Рисунок 2.16 - Налаштування порта

Встановити в розділі інструменти: Upload speed (115200 baud).

Налаштування закінчено.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

Реалізація та тестування системи розробки мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi включає декілька етапів. Нижче розглянемо кілька загальних кроків, які треба виконати для реалізації та тестування такої системи.

Визначення вимог - спочатку важливо визначити функціональні та нефункціональні вимоги до світлодіодної лампи з Wi-Fi. Це включає в себе такі аспекти, як тип з'єднання Wi-Fi, можливості керування, підтримка протоколів тощо.

Розробка апаратної частини - наступним кроком є розробка апаратної частини світлодіодної лампи, яка включає в себе мікропроцесор, Wi-Fi модуль, світлодіоди та інші необхідні компоненти. Для цього можна використовувати

мікроконтролери, такі як Arduino або Raspberry Pi, а також спеціалізовані Wi-Fi модулі.

Тестування та налагодження - після розробки апаратної частини необхідно провести тестування системи. Це може включати в себе перевірку правильності роботи світлодіодів, функціональне тестування Wi-Fi з'єднання, валідацію роботи програмного забезпечення та інші тести для забезпечення надійності та якості системи.

Вдосконалення та масштабування - після тестування і налагодження можливо потрібно внести покращення до системи, враховуючи результати тестування. Потім можна розглядати можливості масштабування системи для використання в реальних умовах.

Це загальна методологія реалізації та тестування системи розробки мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi. Конкретні деталі і кроки можуть відрізнятися в залежності від ваших потреб та використовуваних технологій.

3.1 Опис процесу реалізації мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi

Загальна схема підключення всіх компонентів зображена на рисунку 3.1

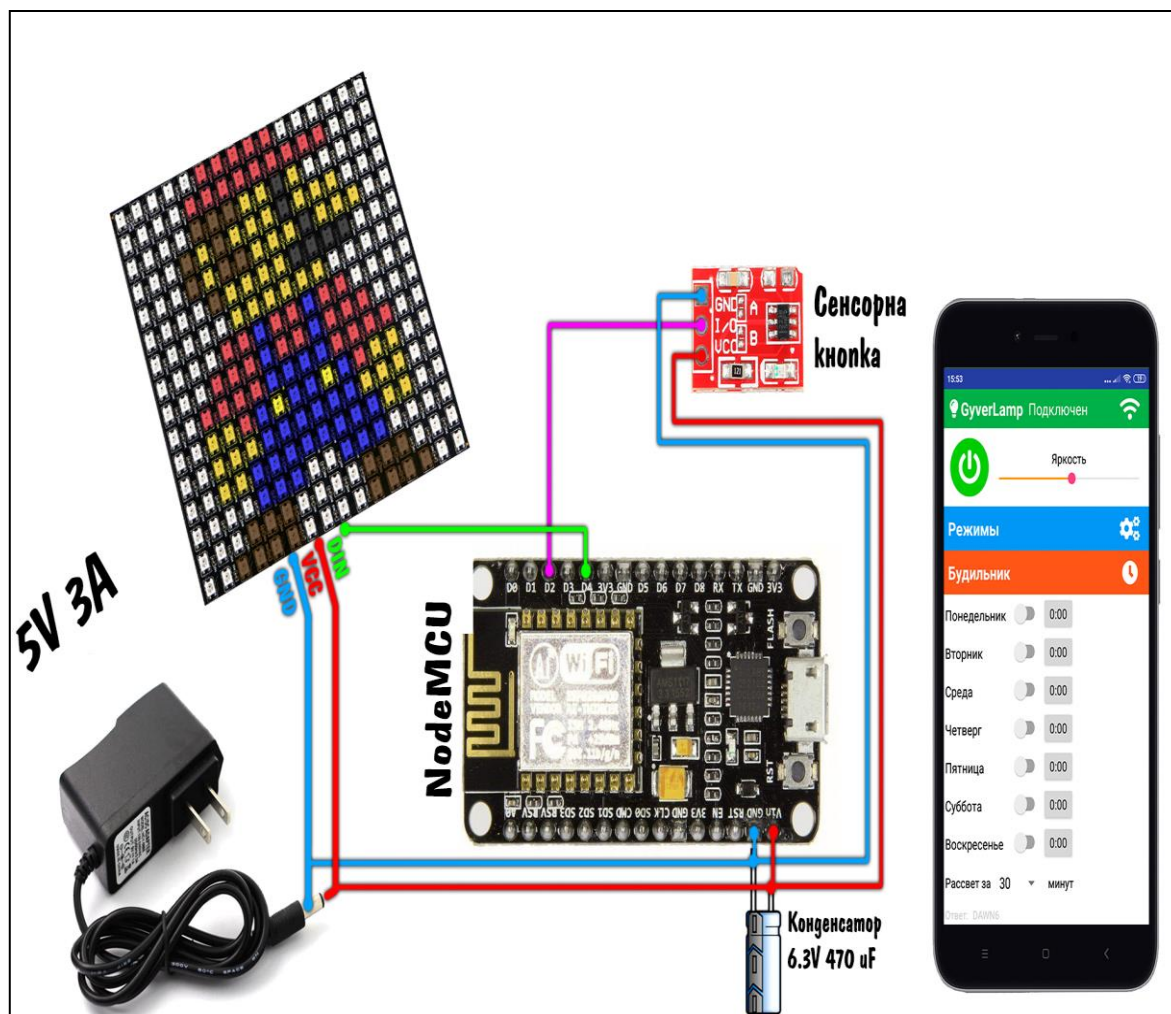


Рисунок 3.1 – Схема підключення всіх компонентів

Далі за цією схемою буде описаний сам процес збірки світлодіодної лампи з wi fi.

Перевірка деталей та комплектуючих, які необхідні для збірки світлодіодної лампи, а саме:

- плафон;
- верхня та нижня кришки плафону;
- світлодіодна матриця 16x16;
- wi-fi модуль ESP8266;
- кнопка ТТР223;
- пластикова труба 50мм;
- розсіювач світла;
- блок живлення 5А 3V.

Всі комплектуючі зображені на рисунку 3.2



Рисунок 3.2 - Комплектуючі світлодіодної лампи.

Приклад світлодіодної матриці 16х16 зображено на рисунку 3.3

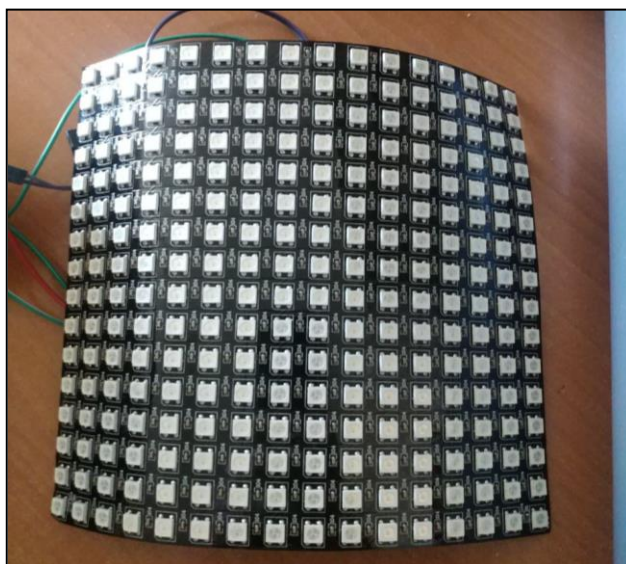


Рисунок 3.3 - Світлодіодна матриця 16х16.

Далі, щоб вивести живлення матриці в нижню частину кришки, було прийнято рішення подовжити дроти за допомогою паяльника та їх було ізольовано за допомогою ізоляційної стрічки. Ця робота зображена на рисунку 3.4

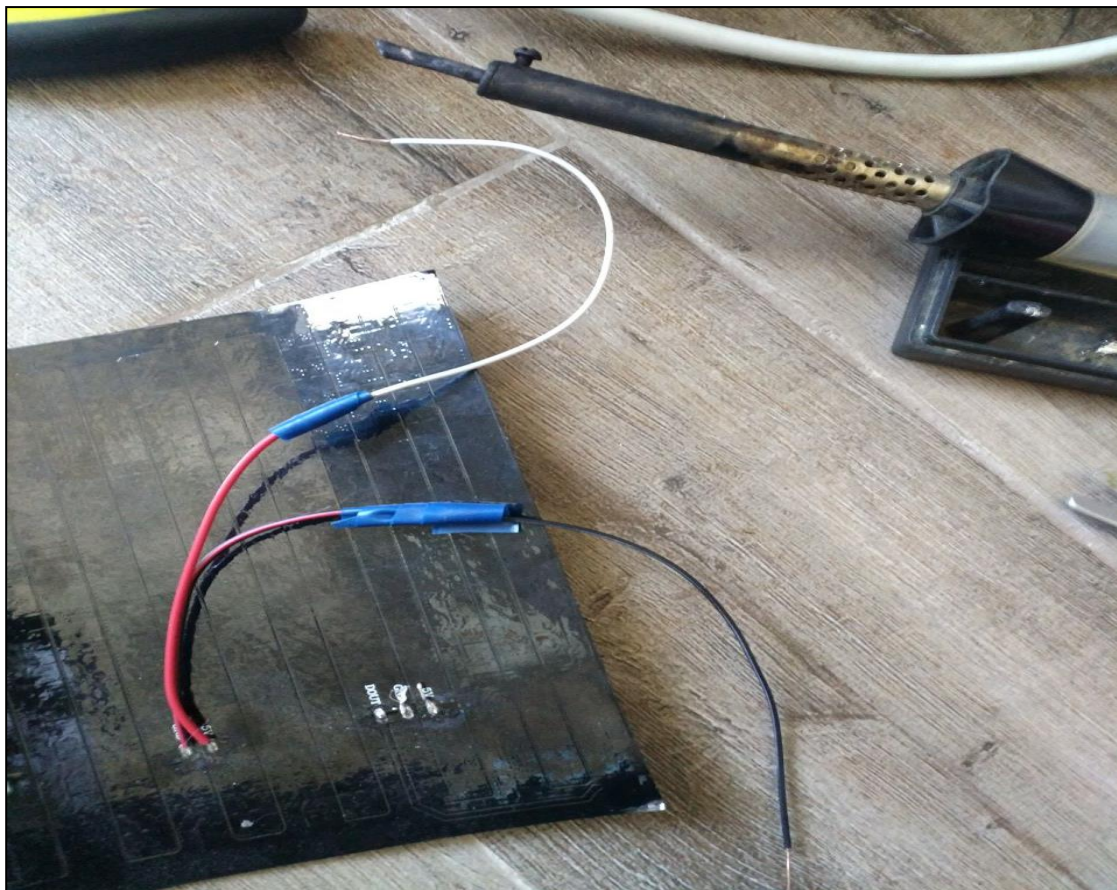


Рисунок 3.4 - Подовження дротів живлення матриці.

Пластикова труба 50мм була спиляна зі сторони розтруба, оскільки вона буде основою матриці, в ній був просвердлений отвір шириною 10 мм, щоб протягнути дроти. Зразу ж було прийнято рішення спаяти дроти для сенсорної кнопки ТТР223. Зроблена робота зображена на рисунку 3.5

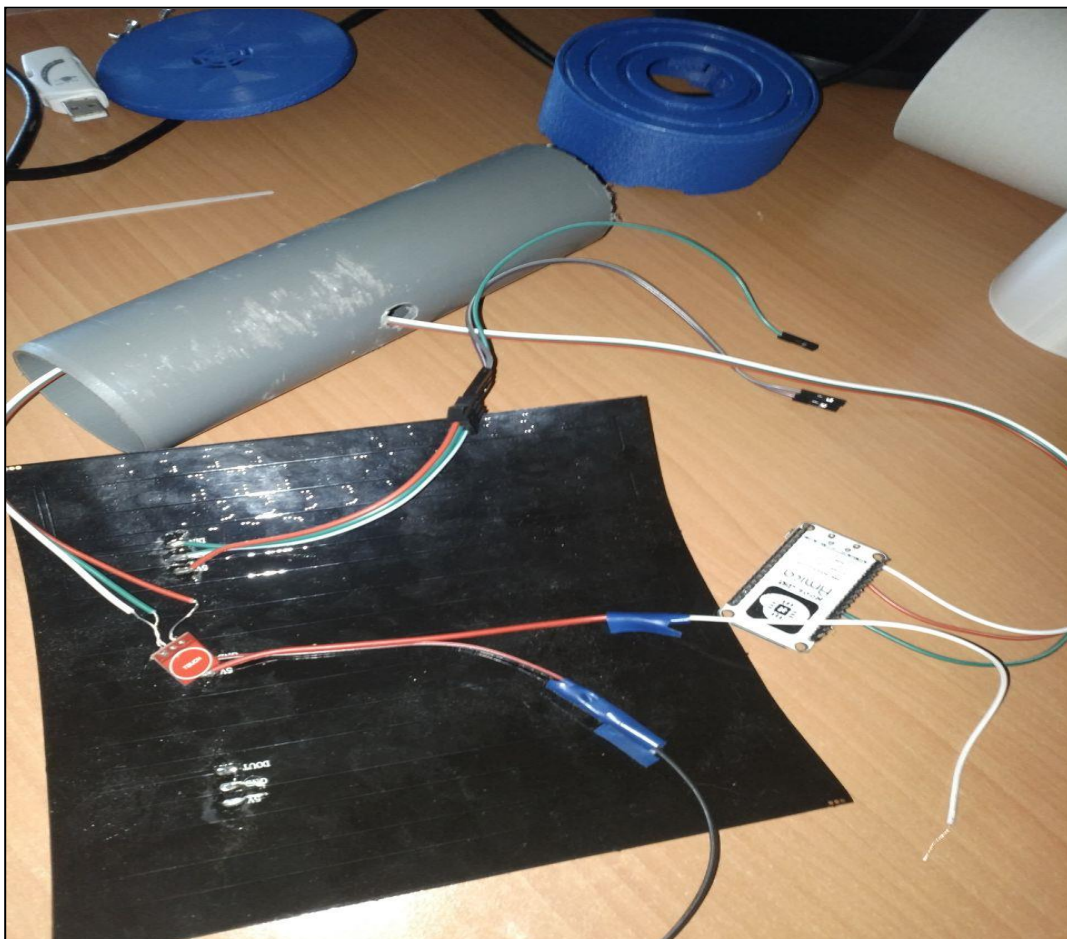


Рисунок 3.5 – Робота над основою лампи та пайка кнопки TTP223

Що стосується модуля wi-fi ESP8266 – то він буде підключатися до матриці за допомогою трьох дротів по 1pin. Приклад такого підключення зображено на рисунку 3.6

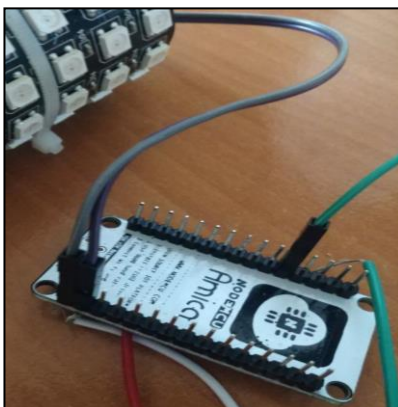


Рисунок 3.6 – Підключення матриці до модуля ESP8266

Кнопка ТТР223 була приклеїна за допомогою двостороннього скотча в верхній частині лампи, та ще для більш надійної фіксації залита клей-пістолетом. Фіксація кнопки ТТР223 зображено на рисунку 3.7

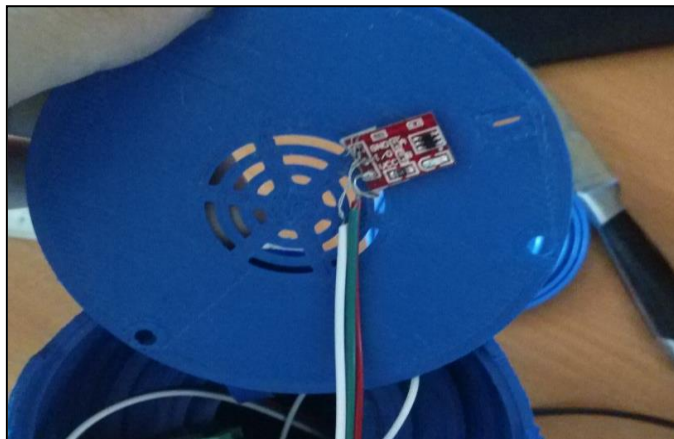


Рисунок 3.7 - Фіксація кнопки ТТР223 на кришці лампи

3.2 Проведення тестування розробленої системи на відповідність вимогам та функціональності

Тестування розробленої системи допомагає впевнитись, що система працює правильно, виконує усі необхідні функції і задовольняє вимоги, встановлені для неї. Саме тому перед кінцевим етапом збірки корпусу потрібно було впевнитись в працездатності всієї розроблювальної системи. Перевірка розроблювальної системи зображена на рисунку 3.8



Рисунок 3.8 - Перевірка працездатності матриці.

Кінцевий етап збірки – це встановлення матриці в корпус з розсіювачем світла. Готовий проект зображено на рисунку 3.9



Рисунок 3.9 – Приклад роботи лампи.

3.3 Аналіз результатів тестування та виявлення можливих проблем та варіантів покращення

Після проведення тестування мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi можуть виявитися різні проблеми або можливості для покращення.

Був проведений тест який показав, що всі функції, пов'язані зі світлодіодною лампою та Wi-Fi, працюють належним чином. Це включає управління освітленням, зміну кольору та яскравості, планування таймерів, інтеграцію зі смарт-пристроями через Wi-Fi та інші функції.

Перевірено стабільність та якість з'єднання Wi-Fi. Також переконано, що лампа належним чином підключається до мережі Wi-Fi, зберігає з'єднання та має достатній радіус дії. В разі виявлення проблем зі з'єднанням можна розглянути оптимізацію антени, алгоритмів з'єднання або використання більш потужного модуля Wi-Fi.

Можливі проблеми при розробці системи світлодіодної лампи з Wi-Fi:

- лампа може втрачати з'єднання з мережею Wi-Fi або мати недостатній радіус дії. Це може бути пов'язано зі слабким сигналом, перешкодами у середовищі або проблемами зі з'єднанням самої лампи;
- коли відбувається керування лампою через Wi-Fi, може виникати помітна затримка між відправленням команди та виконанням відповідної дії. Це може впливати на користувацький досвід і зручність використання системи;
- мікропроцесорна система може мати вразливості щодо безпеки, такі як недостатня аутентифікація або шифрування даних, які передаються через Wi-Fi. Це може створювати ризики щодо незаконного доступу до системи або витоку конфіденційної інформації;
- лампа може виявити проблеми зі сумісністю з різними моделями смартфонів або інших смарт-пристроїв. Це може бути пов'язано зі стандартами Wi-Fi, протоколами комунікації або програмним забезпеченням.

Основауючись на виявлених проблемах розробки мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi, можна дійти до варіантів її покращення, наприклад:

- оптимізувати антену або використовувати потужніший модуль Wi-Fi для забезпечення стабільного з'єднання. Розглянути використання технологій, таких як MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) або beamforming, щоб покращити якість сигналу;
- оптимізувати алгоритми та процес обробки команд для зниження помітних затримок відправки та виконання команд. Використовувати швидкісні апаратні рішення, які дозволяють більш швидко обробку і передачу даних;
- застосовувати сильну аутентифікацію та шифрування для забезпечення безпеки передачі даних між лампою та зовнішніми пристроями. Вдосконалювати механізми контролю доступу та ідентифікації для запобігання несанкціонованому доступу;
- перевірити та покращити сумісність з різними смарт-пристроями та іншими пристроями, які використовують Wi-Fi. Врахувати різні версії Wi-Fi та протоколи, щоб забезпечити оптимальну сумісність з різними пристроями.

Додатково можна додати акумулятор до світлодіодної лампи. Він надасть такі переваги:

- додавання акумулятора дозволить лампі працювати в автономному режимі без прив'язки до електричної розетки. Це розширить її застосування і забезпечить зручність переміщення лампи по приміщенню або використання на вулиці;
- акумулятор може слугувати як резервне джерело живлення в разі відключення основного джерела електроживлення. Це дозволить підтримувати освітлення в разі виникнення перебоїв у постачанні електроенергії;
- акумулятор може використовуватися для збереження та використання енергії в періоди, коли споживання електроенергії низьке або коли лампа не використовується активно. Це може сприяти збереженню енергії та продовженню тривалості роботи лампи;

- акумулятор може бути використаний як резервна система освітлення в разі відключення основного джерела електроживлення. Це забезпечить безперебійне освітлення в разі надзвичайних ситуацій або аварій;

- використання акумулятора може допомогти вдосконалити енергоефективність системи, оскільки можна використовувати енергію, накопичену в акумуляторі, замість безперервного підключення до електричної мережі.

Враховуючи ці переваги, додавання акумулятора може покращити функціональність та універсальність мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з Wi-Fi, розширюючи її можливості та забезпечуючи більшу гнучкість в експлуатації.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи було розроблено пристрій світлодіодної матриці на мікроконтролері. Актуальністю даної теми було те, що в процесі розробки ставилося завдання розробити пристрій, який не мав би аналогів і відрізнявся новизною, простотою і дешевизною.

Було розроблено пристрій, який перевершує по виконуваних функцій пристрої-аналоги.

В процесі розробки було вивчено безліч вітчизняних і зарубіжних джерел, інформація мережі Інтернет, технічні характеристики і принцип дії пристроїв-аналогів.

Була успішно розроблена мікропроцесорна система, яка дозволяє зручно та ефективно керувати освітленням лампи через Wi-Fi. Функціонал включає можливість зміни яскравості, кольору та включення/виключення лампи з використанням зовнішніх пристроїв через мережу Wi-Fi.

Розроблена система забезпечує зручну взаємодію з користувачем. Завдяки додаткам для смартфонів або планшетів, користувачі можуть керувати освітленням з будь-якого місця всередині приміщення. Це забезпечує зручність та гнучкість управління освітленням.

Використання світлодіодних ламп дозволяє забезпечити високу енергоефективність, що призводить до зменшення споживання електроенергії порівняно з традиційними лампами. Додатковою перевагою є можливість регулювання яскравості та кольору освітлення для ефективного використання світла відповідно до потреб користувача.

Розроблена система підтримує з'єднання Wi-Fi, що дозволяє суміщати її з різними смарт-пристроями. Це забезпечує сумісність з різними пристроями, які підтримують Wi-Fi, без необхідності встановлювати додаткове обладнання.

Усе це робить розроблену світлодіодну лампу з Wi-Fi ефективним та зручним рішенням для керування освітленням, що відповідає потребам користувачів і має потенціал для подальшого розширення та покращення.

Розроблена система успішно виконує свої основні функції, забезпечуючи зручне та ефективне керування освітленням. Вона дозволяє змінювати яскравість, колір та включати/виключати лампу через мережу Wi-Fi, що забезпечує зручність та гнучкість управління.

Система забезпечує зручну взаємодію з користувачем. Завдяки можливості керування з використанням смарт-пристроїв через Wi-Fi, користувачі можуть контролювати освітлення з будь-якого місця у приміщенні, що робить використання лампи зручним та гнучким.

Використання світлодіодних ламп сприяє енергоефективному освітленню. Розроблена система дозволяє регулювати яскравість та кольорову температуру, що допомагає ефективно використовувати світло та зменшити споживання електроенергії. Також ця система підтримує з'єднання Wi-Fi, що дає можливість інтегрувати її з іншими домашніми системами та розширити її функціональні можливості. Це відкриває перспективи для подальшого розвитку та розширення системи.

Отже, розроблена мікропроцесорна система світлодіодної лампи з Wi-Fi виявилася ефективною та перспективною, надаючи користувачам зручне та гнучке керування освітленням у домашньому середовищі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Белякова І. В., Ларіна К. І. Сучасні технології в освітленні скверів, парків, зелених насаджень Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 25-26 листопада 2015 року. Тернопіль: ТНТУ, 2015. Том 2.

2. Ареф'єва Т. О., Опришкіна М. І. Світлодіодне освітлення – шлях до енергозбереження. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 26-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2018, 16-18 травня 2018 р.: у 4 ч. Харків : НТУ "ХПІ", 2018.

3. Використання світлодіодних ламп у декоративному освітленні приміщень Ірина Белякова та інші. Lighting and power engineering: history, problems and perspectives: Materials 6th International Scientific Conference.

4. Гуда Т. С. Аналіз переваг та недоліків використання світлодіодних та люмінесцентних ламп. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2017. № 1. С. 84–88.

5. В. І. Карась, Л. А. Назаренко, І. В. Карась, світлодіоди: фізика, технологія виготовлення, застосування Харків ХНАМГ 2012 Розділ 3.

6. Світлодіодні матриці та їх характеристики. URL: https://studbooks.net/2363392/tehnika/svetodiodnye_matritsy (дата звернення: 03.05.2023).

7. Медвідь В., Белякова І., Пісьціо В. Огляд і аналіз програм для розміщення світлодіодних модулів в конструкціях зовнішньої реклами Матеріали XXI наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 16-17 травня 2019 року. Тернопіль: ТНТУ, 2019. С. 321–324

8. Дослідження частотних характеристик світлодіодних модулів / Олег Шкодзінський та інші. Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних

технологій: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 19–21 травня 2015 року. Тернопіль: ТНТУ, 2015. с. 171-190.

9. Insight Into ESP8266 NodeMCU Features & Using It With Arduino IDE. URL: <https://lastminuteengineers.com/esp8266-nodemcu-arduino-tutorial/> (дата звернення: 08.05.2023).

10. Сучасні інформаційні технології. URL: <https://blogchain.com.ua/iak-pratsiuiut-sensorni-ekrany/> (дата звернення 09.05.2023).

11. Блоки живлення світлодіодної стрічки. URL: <https://proum.com.ua/kak-podkluchit-svetodiodnuu-lentu-poshagovoe-opisanie/> (дата звернення 12.05.2023).

12. В.С.Баран, Г.Г.Власюк, Ю.О.Оникієнко, О.І.Смоленська, Основи мікропроцесорної техніки: лабораторний практикум Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 с. 9-37.

13. Налаштування Arduino IDE для програмування WiFi модуля ESP8266. URL: https://geekmatic.in.ua/ua/arduino_ide_with_wifi_esp8266 (дата звернення 16.05.2023).

ДОДАТОК А

Лістинг А.1 - Скетч до проекту світлодіодна лампа з wi fi

```

// ===== НАЛАШТУВАННЯ =====
// ----- ЧАС -----
#define GMT 3 // зміщення (київ 3)
#define NTP_ADDRESS "europe.pool.ntp.org" // сервер часу
// ----- СВІТАНОК -----
#define DAWN_BRIGHT 200 // макс. яскравість світанку
#define DAWN_TIMEOUT 1 // скільки світанок світить після
години будильника, хвилин
// ----- МАТРИЦЯ -----
#define BRIGHTNESS 40 // стандартна маскимальная
яскравість (0-255)
#define CURRENT_LIMIT 2000 // ліміт по струму в міліамперах,
автоматично керує яскравістю; 0 - вимкнути ліміт
#define WIDTH 16 // ширина матриці
#define HEIGHT 16 // висота матриці
#define COLOR_ORDER GRB // порядок кольорів на стрічці.
Якщо колір відображається некоректно, змінійте. Почати можна з RGB
#define MATRIX_TYPE 0 // тип матриці: 0 - зигзаг, 1 -
паралельна
#define CONNECTION_ANGLE 0 // Кут підключення: 0 - лівий
нижній, 1 - лівий верхній, 2 - правий верхній, 3 - правий нижній
#define STRIP_DIRECTION 0 // напрямок стрічки з кута: 0 -
вправо, 1 - вгору, 2 - вліво, 3 - вниз
// ----- ESP -----
#define ESP_MODE 1
// 0 - точка доступу (192.168.4.1 або інший)
// 1 - локальний (192.168.1.232 або інший)
// ----- Менеджер WiFi -----
#define AC_SSID "AutoConnectAP"
#define AC_PASS "12345678"
// ----- AP -----
#define AP_SSID "Lamp"
#define AP_PASS "12345678"
#define AP_PORT 8888
// ===== ДЛЯ РОЗРОБНИКІВ =====
#define LED_PIN 2 // пін стрічки
#define BTN_PIN 4
#define MODE_AMOUNT 14
#define NUM_LEDS WIDTH * HEIGHT
#define SEGMENTS 1 // діодів в одному "пікселі" (для
створення матриці зі шматків стрічки)
// ----- БІБЛІОТЕКИ -----
#define FASTLED_INTERRUPT_RETRY_COUNT 0
#define FASTLED_ALLOW_INTERRUPTS 0
#define FASTLED_ESP8266_RAW_PIN_ORDER

```

```

#define NTP_INTERVAL 60 * 1000    // оновлення (1 хвилина)
#include "timerMinim.h"
#include <FastLED.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DNSServer.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <EEPROM.h>
#include <NTPClient.h>
#include <GyverButton.h>
// ----- ТИПИ -----
CRGB leds[NUM_LEDS];
WiFiServer server(80);
WiFiUDP Udp;
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP, NTP_ADDRESS, GMT * 3600,
NTP_INTERVAL);
timerMinim timeTimer(3000);
GButton touch(BTN_PIN, LOW_PULL, NORM_OPEN);
// ----- ЗМІСТ -----
const char* autoConnectSSID = AC_SSID;
const char* autoConnectPass = AC_PASS;
const char AP_NameChar[] = AP_SSID;
const char WiFiPassword[] = AP_PASS;
unsigned int localPort = AP_PORT;
char packetBuffer[UDP_TX_PACKET_MAX_SIZE + 1]; //buffer to hold
incoming packet
String inputBuffer;
static const byte maxDim = max(WIDTH, HEIGHT);
struct {
    byte brightness = 50;
    byte speed = 30;
    byte scale = 40;
} modes[15];
struct {
    boolean state = false;
    int time = 0;
} alarm[7];
byte dawnOffsets[] = {5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60};
byte dawnMode;
boolean dawnFlag = false;
long thisTime;
boolean manualOff = false;
int8_t currentMode = 0;
boolean loadingFlag = true;
boolean ONflag = true;
uint32_t eepromTimer;
boolean settChanged = false;
// Конфетті, Вогонь, Веселка верт., Веселка гориз., Зміна
кольору,
// Безумство 3D, Хмари 3D, Лава 3D, Плазма 3D, Веселка 3D,

```

```

// Павич 3D, Зебра 3D, Ліс 3D, Океан 3D,
unsigned char matrixValue[8][16];
void setup() {
    ESP.wdtDisable();
    //ESP.wdtEnable(WDTO_8S);
    delay(1000);
    // СТІЧКА
    FastLED.addLeds<WS2812B, LED_PIN, COLOR_ORDER>(leds,
NUM_LEDS)/*.setCorrection( TypicalLEDStrip )*/;
    FastLED.setBrightness(BRIGHTNESS);
    if (CURRENT_LIMIT > 0)
FastLED.setMaxPowerInVoltsAndMilliamps(5, CURRENT_LIMIT);
    FastLED.clear();
    FastLED.show();
    randomSeed(analogRead(0)); // генератор випадкових чисел
    touch.setStepTimeout(100);
    touch.setClickTimeout(500);
    Serial.begin(115200);
    // WI-FI
    if (ESP_MODE == 0) { // режим точки доступу
        boolean conn = WiFi.softAP(AP_NameChar, WiFiPassword);
        server.begin();
        IPAddress myIP = WiFi.softAPIP();
        Serial.println(conn);
        Serial.print("Access point Mode");
        Serial.print("AP IP address: ");
        Serial.println(myIP);
    } else { // підключаємося до роутера
        Serial.print("WiFi manager");
        WiFiManager wifiManager;
        //wifiManager.resetSettings();
        //wifiManager.setAPStaticIPConfig(IPAddress(10,0,1,1),
IPAddress(10,0,1,1), IPAddress(255,255,255,0));
        wifiManager.autoConnect(autoConnectSSID, autoConnectPass);
        Serial.print("Connected! IP address: ");
        Serial.println(WiFi.localIP());
    }
    Serial.printf("UDP server on port %d\n", localPort);
    Udp.begin(localPort);
    // EEPROM
    EEPROM.begin(128);
    delay(50);
    if (EEPROM.read(102) != 20) { // перший запуск
        EEPROM.write(102, 20);
        EEPROM.commit();
        for (byte i = 0; i < MODE_AMOUNT; i++) {
            EEPROM.put(3 * i, modes[i]);
            EEPROM.commit();
        }
        for (byte i = 0; i < 7; i++) {
            EEPROM.write(5 * i + 50, alarm[i].state); // світанок
            eeWriteInt(5 * i + 50 + 1, alarm[i].time);
        }
    }
}

```

```

        EEPROM.commit();
    }
    EEPROM.write(100, 0);    // світанок
    EEPROM.write(101, 0);    // режим
    EEPROM.commit();
}
for (byte i = 0; i < MODE_AMOUNT; i++) {
    EEPROM.get(3 * i, modes[i]);
}
for (byte i = 0; i < 7; i++) {
    alarm[i].state = EEPROM.read(5 * i + 50);
    alarm[i].time = eeGetInt(5 * i + 50 + 1);
}
dawnMode = EEPROM.read(100);
currentMode = (int8_t)EEPROM.read(101);
// відправляємо налаштування
sendCurrent();
char reply[inputBuffer.length() + 1];
inputBuffer.toCharArray(reply, inputBuffer.length() + 1);
Udp.beginPacket(Udp.remoteIP(), Udp.remotePort());
Udp.write(reply);
Udp.endPacket();
timeClient.begin();
memset(matrixValue, 0, sizeof(matrixValue));
}

void loop() {
    parseUDP();
    effectsTick();
    eepromTick();
    timeTick();
    buttonTick();
    ESP.wdtFeed();
}

void eeWriteInt(int pos, int val) {
    byte* p = (byte*) &val;
    EEPROM.write(pos, *p);
    EEPROM.write(pos + 1, *(p + 1));
    EEPROM.write(pos + 2, *(p + 2));
    EEPROM.write(pos + 3, *(p + 3));
    EEPROM.commit();
}

int eeGetInt(int pos) {
    int val;
    byte* p = (byte*) &val;
    *p = EEPROM.read(pos);
    *(p + 1) = EEPROM.read(pos + 1);
    *(p + 2) = EEPROM.read(pos + 2);
    *(p + 3) = EEPROM.read(pos + 3);
    return val;
}

```

Лістинг А.2 – анімації ефектів

```

uint32_t effTimer;
void effectsTick() {
    if (!dawnFlag) {
        if (ONflag && millis() - effTimer >= ((currentMode < 5) ?
modes[currentMode].speed : 50) ) {
            effTimer = millis();
            switch (currentMode) {
            case 0: sparklesRoutine();
            break;
            case 1: fireRoutine();
            break;
            case 2: rainbowVertical();
            break;
            case 3: rainbowHorizontal();
            break;
            case 4: colorsRoutine();
            break;
            case 5: madnessNoise();
            break;
            case 6: cloudNoise();
            break;
            case 7: lavaNoise();
            break;
            case 8: plasmaNoise();
            break;
            case 9: rainbowNoise();
            break;
            case 10: rainbowStripeNoise();
            break;
            case 11: zebraNoise();
            break;
            case 12: forestNoise();

```

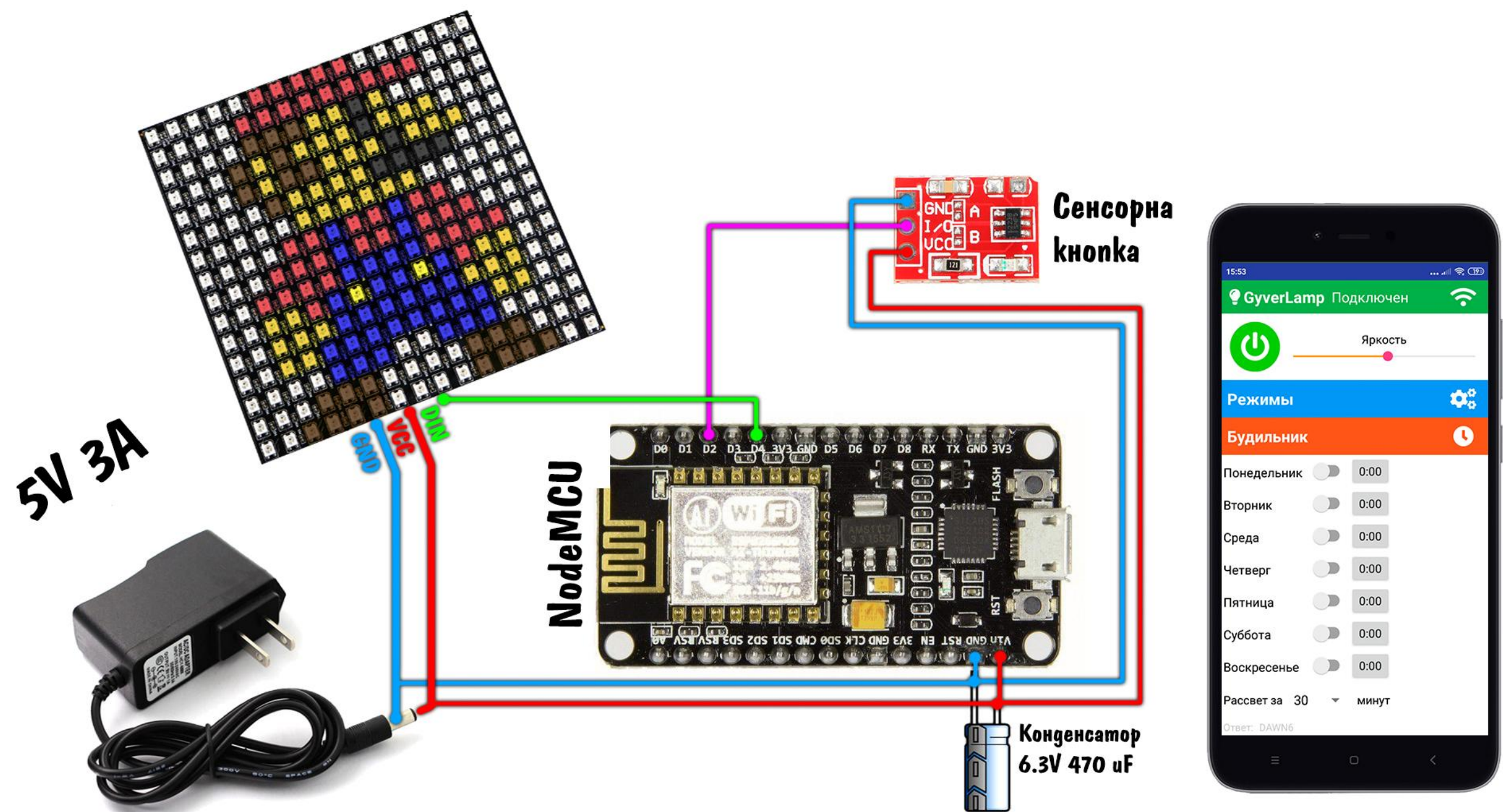
```

break;
case 13: oceanNoise();
break;
}
FastLED.show();
    }
}
}

void changePower() {
  if (ONflag) {
    effectsTick();
    for (int i = 0; i < modes[currentMode].brightness; i += 8) {
      FastLED.setBrightness(i);
      delay(1);
      FastLED.show();
    }
    FastLED.setBrightness(modes[currentMode].brightness);
    FastLED.show();
  } else {
    effectsTick();
    for (int i = modes[currentMode].brightness; i > 8; i -= 8) {
      FastLED.setBrightness(i);
      delay(1);
      FastLED.show();
    }
    FastLED.clear();
    FastLED.show();
  }
}
}

```

Схема підключення компонентів світлодіодної лампи



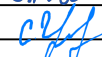
					13.02070849.51036 ПЛ1				
					Розробка мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з wi-fi Схема підключення компонентів світлодіодної лампи	Лист.		Маса	Масшт.
Зам.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розроб.		Колодін А.О.							
Перев.		Грушко С.С.							
Н.контр.		Щербак Н.В.				Лист 1		Листів 1	
Затв.		Кудерметов Р.К.				НУ «Запорізька політехніка» КНТ-510сп			

Схема підключення ESP8266

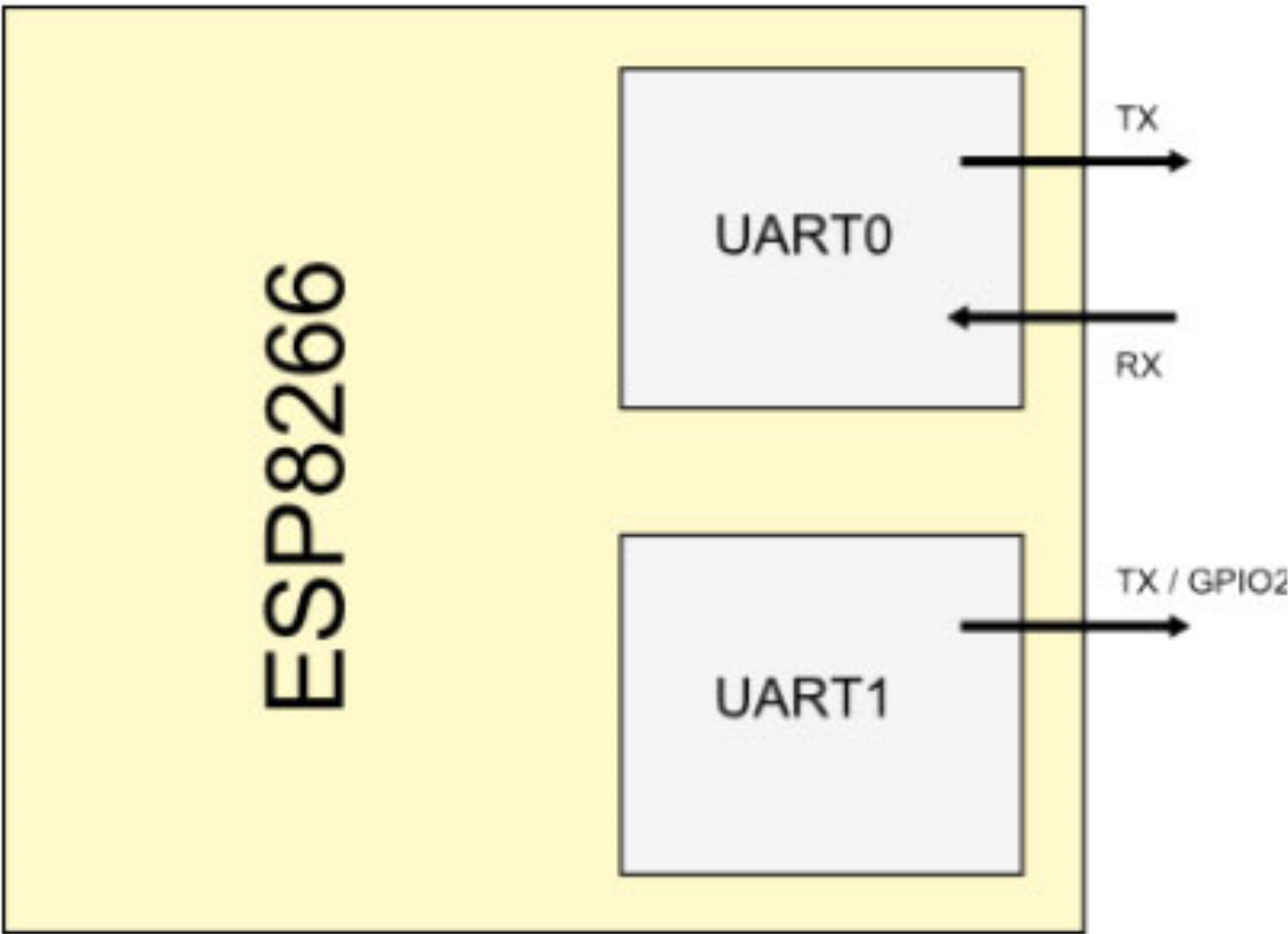
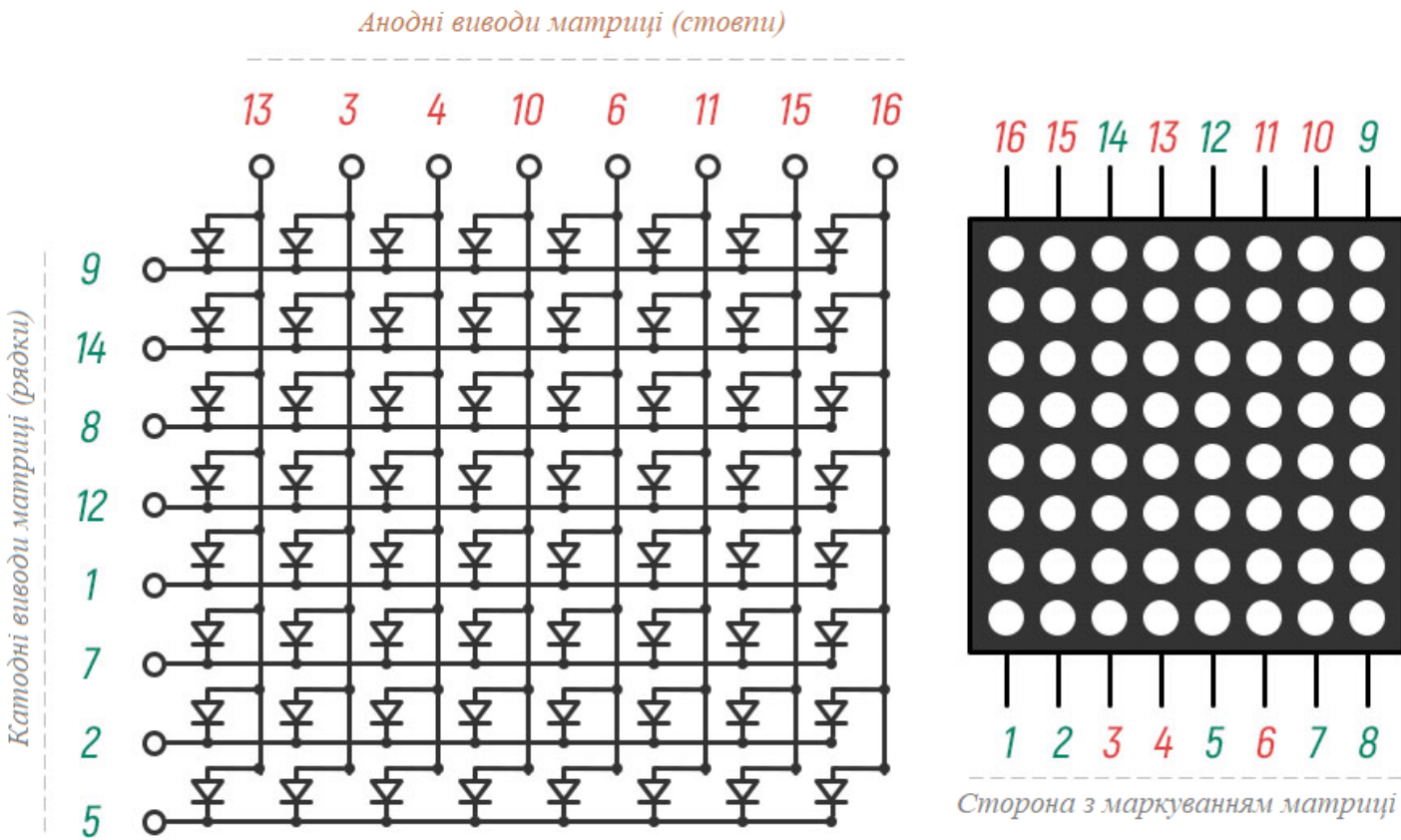


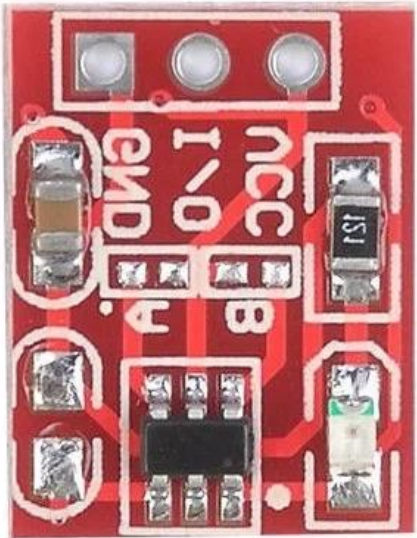
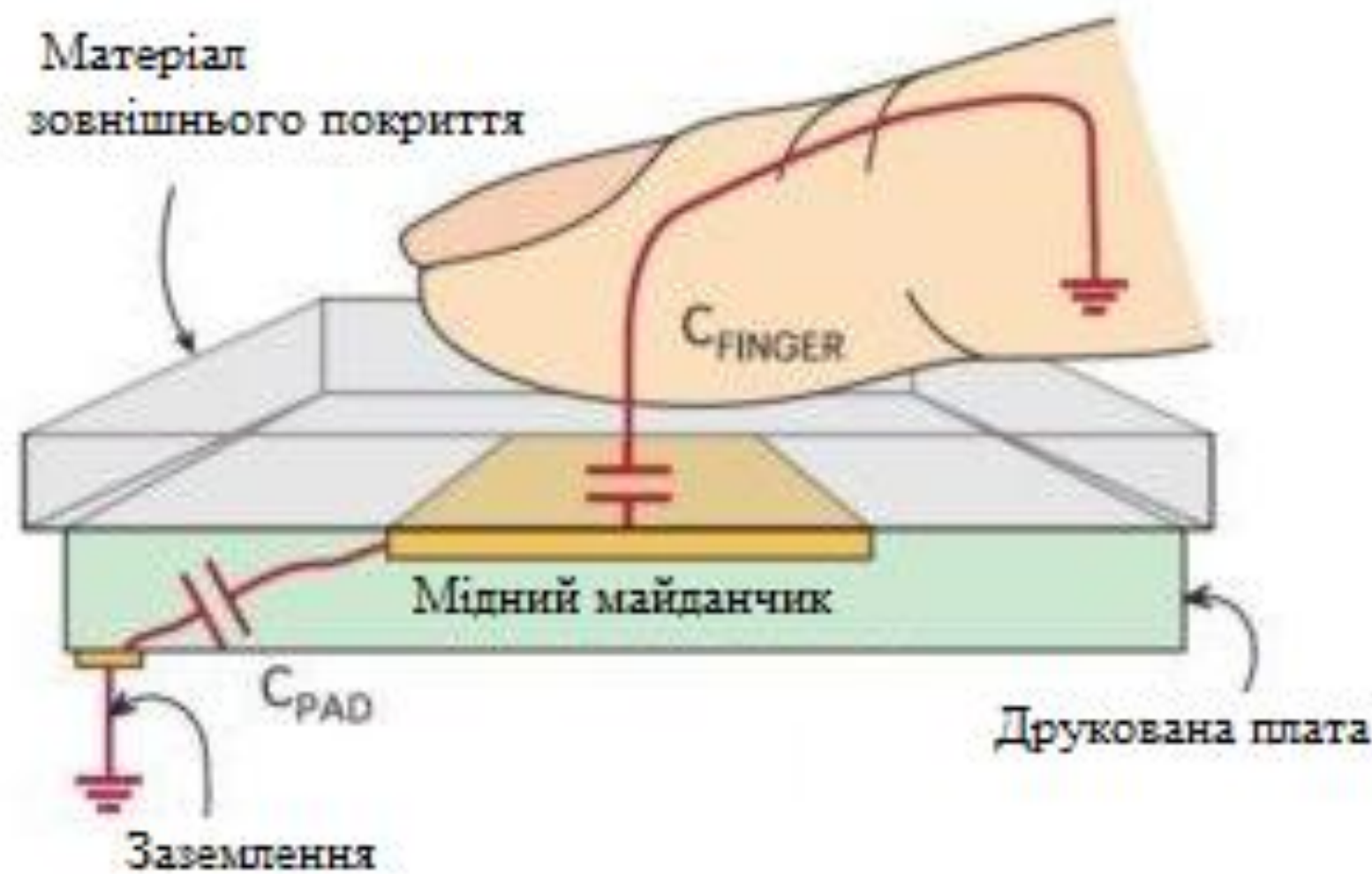
Схема світлодіодної матриці 8x8



					13.02070849.51036 ПЛ2				
					Розробка мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з wi-fi Схеми електронних компонентів для системи	Лит.		Маса	Масшт.
Зам.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розроб.		Колодін А. О.							
Перев.		Грушко С. С.							
						Лист 1		Листів 1	
Н.контр.		Щербак Н.В.				НУ «Запорізька політехніка» КНТ-510сп			
Затв.		Кудерметов Р.К.							

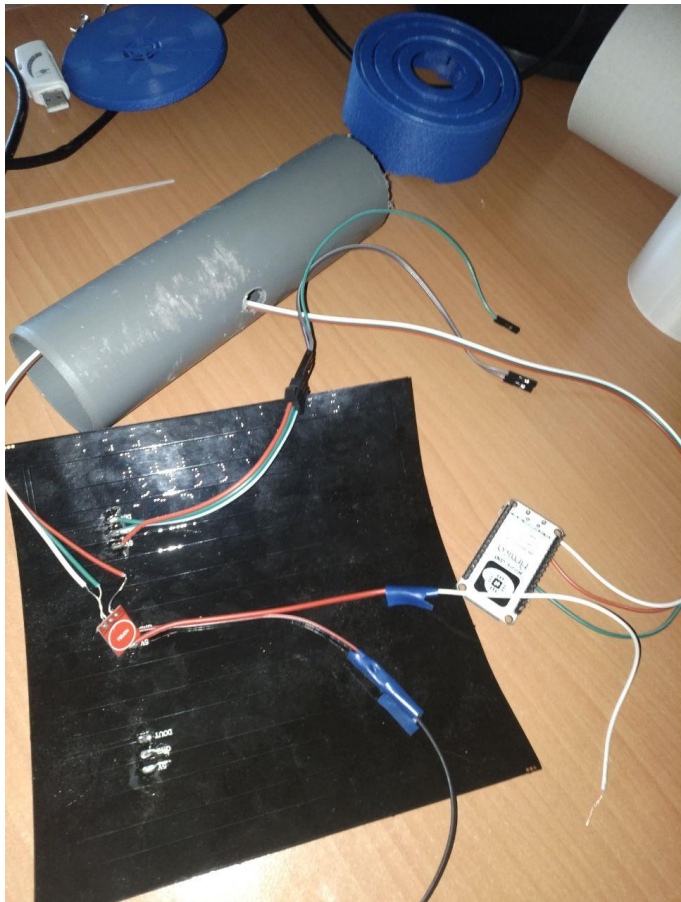
Схема та принцип роботи кнопки

Зовнішній вигляд кнопки

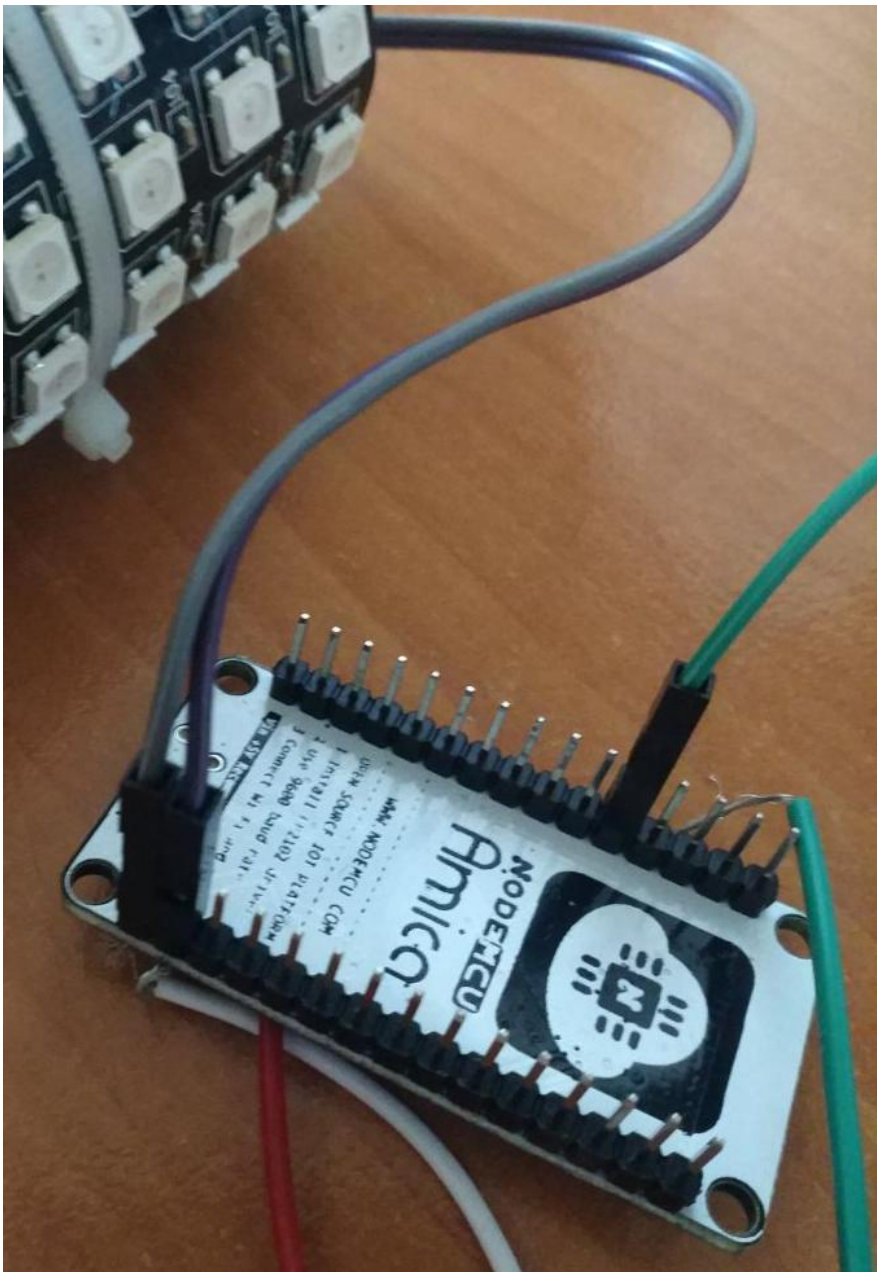


					13.02070849.51036 ПЛЗ				
					Розробка мікропроцесорної системи світлодіодної лампи з wi-fi Схеми та робота сенсорної кнопки ТТР223	Лист.		Маса	Масшт.
Зам.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розроб.		Колодін А. О.							
Перев.		Грушко С. С.							
						Лист 1		Листів 1	
Н.контр.		Щербак Н.В.				НУ «Запорізька політехніка» КНТ-510сп			
Затв.		Кудерметов Р.К.							

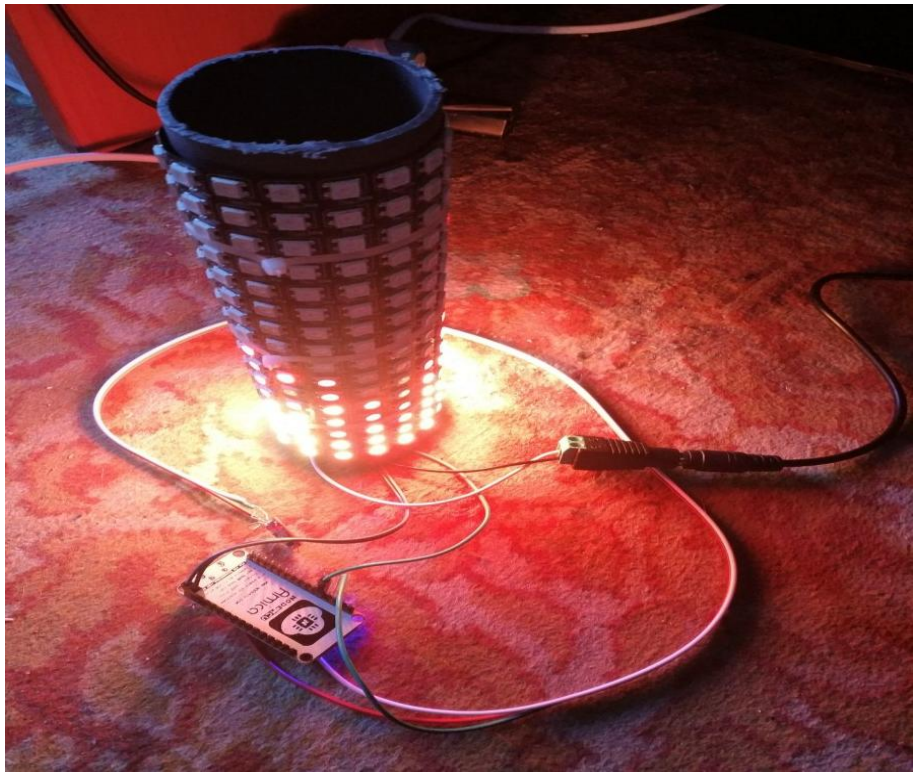
Необхідні компоненти Пайка кнопки TTP223

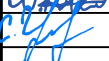


Підключення ESP8266



Тестування системи



					13.02070849.51036 ПЛ4				
					Розробка мікропрцесорної системи світлодіодної лампи з wi-fi Етапи збірки системи	Лист.		Маса	Масшт.
Зам.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розроб.		Колодін А.О.							
Перев.		Грушко С.С.							
						Лист 1		Листів 1	
Н.контр.		Щербак Н.В.				НУ «Запорізька політехніка»			
Затв.		Кудерметов Р.К.				КНТ-510сп			