

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Факультет Інформаційних радіотехнологій і захисту інформації
(повна назва)
Кафедра Радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Використання технологій інтернета речей в керуванні освітленням
розумного будинку та приусадібного участку
(тема)

Виконав:
студент IV курсу, групи ТРРТ-20-1
Войцях Микита Андрійович
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 172 «Телекомунікації і радіотехніка»
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
Освітня програма _____
(повна назва освітньої програми)

Керівник ст.викладач каф.РТІКС
Алфьоров М.Є.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

В.о.зав. кафедри _____

(підпис)

Зарудний О.А.

(прізвище, ініціали)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій і технічного захисту інформації
Кафедра Радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка
(код і повна назва)
Освітня програма Радіотехніка
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

« _____ » _____ 20 ____ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові Войцих Микита Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи "Використання технологій інтернету речей в керуванні освітленням розумного будинку та приусадібного участку."

затверджена наказом по університету від 27 травня 2024 № 499 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Розробити програмно-керований пристрій для управління освітленням в будинку та приусадібній ділянці.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

Вступ

1. Історія розвитку IoT

2. Теоретичні основи інтернету речей

3. Розробка й впровадження системи освітлення

4. Схема плати

5. Алгоритм роботи програми

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

Презентація _____

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	06.05.2024	
2.	Огляд теоретичних питань	07.05.2024 – 18.05.2024	
3.			
4.	Консультація з питання огляду аналогічних рішень;	19.05.2024	
5.			
6.	Консультація з розробки структурної схеми;	03.06.2024	
7.	Консультація з розрахунку часових співвідношень	04.06.2024	
8.	(розрахунок затримок);		
9.	Консультація з підготовки графічного матеріалу	04.06.2024 – 06.06.2024	
10.			
11.	Написання пояснювальної записки	06.06.2024 – 09.06.2024	
12.	Здача диплома на перевірку та попередній захист	10.06.2024	
13.	Захист	25.06.2024	

Дата видачі завдання 06 травня 20 24 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

ст.викладач Алфьоров М.Є.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка атестаційної роботи містить 57 сторінок тексту, 5 рисунків, 5 джерел посилання та 5 додатків.

Мета роботи: розробка програмно-керованого пристрою для управління освітлення в будинку та приусадебній ділянці.

Концепція "розумного дому" доволі перспективна у розвитку, котра пропонує сучасні рішення для автоматизації та оптимізації управління побутовими процесами. Одним з важливих аспектів є управління освітленням, яке забезпечує підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності. Технології Інтернету речей (IoT) дозволяють інтегрувати різні пристрої в єдину мережу, забезпечуючи централізоване управління та взаємодію між ними.

Ця робота присвячена дослідженню еволюції технологій "розумного дому", починаючи від перших механічних пристроїв до сучасних систем на основі IoT. Проведена робота з вивчення розвитку технологій, за для розробки системи управління освітленням, та автоматизації роботи освітлення для економії електроенергії, та розробці керованого пристрою управління освітленням у будинку та приусадебній ділянці.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КЕРУВАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ОСВІТЛЕННЯ
МІКРОКОНТРОЛЕР, ESP, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, БЕЗПЕКА,
РОЗВИТОК.

ABSTRACT

The explanatory note of the certification work contains 53 pages of text, 5 figures, 5 reference sources, and 5 appendices.

Objective of the work: Development of a software-controlled device for managing lighting in a house and garden area.

The concept of the "smart home" is quite promising in development, offering modern solutions for the automation and optimization of household processes. One of the important aspects is lighting management, which ensures increased comfort, safety, and energy efficiency. Internet of Things (IoT) technologies allow integrating various devices into a single network, providing centralized management and interaction between them.

This work is dedicated to the study of the evolution of "smart home" technologies, starting from the first mechanical devices to modern IoT-based systems. The research conducted aims to study the development of technologies for the design of a lighting control system and the automation of lighting to save electricity, as well as the development of a controlled lighting management device for a house and garden area.

KEYWORDS: MANAGEMENT, AUTOMATION, LIGHTING, MICROCONTROLLER, ESP, ENERGY EFFICIENCY, SAFETY, DEVELOPMENT.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

IoT – англ. Internet of Things інтернет речей

PIR – Passive infrared motion sensor Пасивний інфрачервоний датчик руху

GND – Ground Заземлення

VCC – Volt en courant continu Вольт постійного струму

STA – Station Mode Режим станції

AP – Access Point Точка доступу

ІС або І²С – Inter-Integrated Circuit Інтерфейс міжінтегральних з'єднань

GPIO – General-Purpose Input/Output Універсальні входи виходи

PWM – Pulse Width Modulation Широтно-імпульсна модуляція

UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter

SMD – Surface-Mount Device Компонент для поверхневого монтажу

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Історія розвитку технології "Розумний дім".....	12
1.1 Виникнення ідеї "розумного дому".....	12
1.2 Виникнення концепції Інтернету речей (IoT).....	13
1.3 Приклади успішних проектів та впроваджень.....	16
1.4 Вплив технологій “розумного дому” на суспільство та навколишнє середовище	17
1.5 Виклики та перспективи розвитку технологій “розумного дому”...18	
2 Теоретичні основи інтернету речей (IoT).....	20
2.1 Поняття та сутність IoT.....	20
2.2 Архітектура IoT.....	20
2.3 Основні технології IoT.....	21
2.4 Додаткові можливості IoT у керуванні освітленням.....	23
2.5 Переваги та виклики використання IoT у керуванні освітленням...23	
2.6 Технології та стандарти IoT для керування освітленням.....	25
3 Розробка та впровадження системи керування освітленням на основі IoT.....	27
4 Розробка програмного забезпечення.....	31
4.1 Функціональні можливості.....	35
4.2 Вибір мови програмування.....	35
4.3 Керування освітленням та налаштування.....	37
Висновки.....	38
Перелік використаних джерел.....	39
Додаток А.....	41
Додаток Б.....	46
Додаток В.....	50
Додаток Г.....	54
Додаток Д.....	56

ВСТУП

«Розумний дім» (англ. Smart Home) це вже далеко не новітнє поняття. Воно було започатковане в 70- х роках у «Інституті інтелектуальних будівель», що знаходиться в США. Тоді це було не щось про розумні побутові прилади, а просто про ефективне та продуктивне використання простору будинку.

З середини ХХ століття багаті американці почали замислюватись над тим, як зробити своє життя комфортнішим. Основною ідеєю тоді було: передавати по одному кабелю кілька видів інформації одразу.

Сам проект «Розумний дім» виглядає чимсь сучасним та дуже привабливим для інвестицій, тому отримав величезні кошти на розвиток. Однак, зважаючи на темпи розвитку технологій того часу, "розумні" будинки вважалися застарілими, як тільки будівля добудовувалась. Але компанія родом з Шотландії Pico Electronics зробила дуже важливий крок для розвитку розумного будинку це було у 1975 році. Тоді вони розробили перший стандарт передачі сигналів домашньої автоматизації. Було розроблено спосіб щоб за допомогою побутової електромережі керувати музичними програвачами. Випробовування довели, що потенціал проекту дуже великий і просунув на крок ближче до розробки технології про економію енергії, а згодом і про управління електроприладами. Що забезпечило великі можливості, адже освітленням, побутовими приладами та аудіо/відеотехнікою можна було б керувати без необхідності прокладання додаткових дротів. Однак сьгоднішні розумні будинки (розумні прилади, різноманітні системи освітлення, безпеки та опалення...) беруть свій початок в 1978 рік і його можна вважати роком народження сучасного розумного будинку.

У США компанії X10 USA та Leviton розробили технологію під назвою X10 та розпочали виробництво компонентів для керування електроприладами через побутові електромережі. Шотландські інженери обрали США як найбільш перспективний ринок. Модулі X10 спочатку продавалися поштою, а

потім через мережу магазинів побутової електроніки. Стандарт швидко став популярним у США завдяки своїй низькій вартості та простоті.

І навіть сьогодні, незважаючи на безліч більш досконалих технологій, X10 є найпопулярнішим протоколом домашньої автоматизації в США і набуває серйозної популярності в Європі та СНД. x10 - сумісне обладнання випускають Philips, Leviton, Marmitech, IBM, Smart Link, Powerhouse та інші великі компанії. Приблизно в цей час зародилася ідея управління різними системами і датчиками через домашню проводку.

Однак довгий час, двері, що відчинялися, і світло, яке вмикалося з плеском долонь, шокували гостей. На жаль, ці розробки були популярні лише в США, оскільки обладнання на той час працювало на 110 В, 60 Гц (стандарт для американської електромережі). На той час технологія X10 (яка існує і сьогодні) була революційною. Однак її функціональність була дуже обмеженою, і вона в основному використовувалася для управління освітленням. Однак, оскільки вимоги користувачів зростали, з'явилася потреба в нових функціях, і в 1992 році це призвело до появи стандарту Consumer Electronic Bus (CEBus). Сьогодні протокол зв'язку CEBus передає сигнали керування через побутові лінії електропередач, виту пару, коаксіальні кабелі, радіочастоти та інфрачервоне випромінювання.

На сьогоднішній день, окрім описаних тут технологій (модернізовані, але все ще дещо "повільні" X10 та CEBus), існують й інші технології, які можуть бути використані для реалізації концепції "розумного" будинку. Приклади найбільш потужних і гнучких систем такого роду можна знайти в обладнанні американської компанії Crestron. В Європі найпоширенішим є протокол EIB (аббревіатура від European Installation Bus - Європейська інсталяційна шина). Сьогодні це основна європейська платформа для побудови розумних будинків. Інша назва - Instabus.

Сучасні розумні будинки включають в себе безліч інноваційних розробок, які роблять їх унікальними з точки зору безпеки і комфорту.

Доступність всіх цих розробок дозволила втілити мрію в реальність вже сьогодні, і тепер власникам будинків більше не потрібно турбуватися про своє житло, оскільки воно завжди під контролем обладнання, яке працює 24 години на добу, цілий рік, не виходячи з ладу, навіть коли нікого немає вдома.

Сьогодні розумні будинки стають дедалі розумнішими та доступнішими. Розумні будинки управляються за допомогою пульта дистанційного керування через мобільний телефон або інтернет. Програмне забезпечення дозволяє користувачеві контролювати клімат, водопостачання, освітлення та встановлювати параметри безпеки без особливих зусиль. Наприклад, освітлення контролюється датчиками руху, і світло вимикається, коли в кімнаті нікого немає. Чи залишається опалення ввімкненим, коли на вулиці значно потеплішало? Або, навпаки, опалювальний сезон все ще триває, коли на вулиці сильний мороз? Завдяки розумним будинкам опалювальний сезон тепер починається і закінчується відповідно до вимог мешканців або відповідно до температури всередині будинку. У разі проникнення сторонніх осіб система сповіщає про це телефоном або SMS, а також активує сирену, щоб відлякати грабіжників. Вона також може блокувати певні зони (двері та вікна) або імітувати присутність людей чи тварин у будинку. З усього цього можна зробити висновок, що. Люди хочуть жити краще і комфортніше. Розробка може зайняти десятиліття, але кінцевий результат буде дійсно досконалим.

Темою даної бакалаврської роботи є розробка програмно-керованого пристрою для управління резервним джерелом живлення на базі сонячної батареї.

1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ "РОЗУМНИЙ ДІМ"

1.1 Виникнення ідеї "розумного дому"

Ідея "розумного дому" бере свій початок ще задовго до появи сучасних комп'ютерів та інтернету. Уявіть собі, наприкінці 19-го століття вже почали експериментувати з використанням електрики для автоматизації побутових процесів. Це було тільки початком довгого шляху до сучасних технологій.

У вікторіанську епоху з'явилися перші механічні пристрої, які повинні були полегшити домашню роботу, такі як пральні машини та посудомийні апарати. Вони значно полегшували життя, але не могли взаємодіяти між собою, як це роблять сучасні системи "розумного дому". Ідеї автоматизації також можна знайти в літературі початку 20-го століття. Наприклад, Жюль Верн і Герберт Веллс описували будинки майбутнього, де всі побутові завдання виконуються автоматично. Ці фантазії надихали винахідників на створення реальних технологій.

На початку 20-го століття розвиток електричних технологій дав можливість створювати перші системи автоматичного управління. У 1920-30-ті роки з'явилися пристрої, які могли автоматично вмикати і вимикати світло або регулювати температуру. Це були перші кроки до сучасного "розумного дому".

Значним проривом став проект "Електронний дім" компанії Honeywell у 1966 році, який передбачав автоматизацію різних процесів у будинку за допомогою центрального комп'ютера. З цього моменту розвиток технологій автоматизації почав набирати оберти.

У 1980-90-ті роки розвиток мікропроцесорів і персональних комп'ютерів зробив технології автоматизації доступнішими. Тепер можна було керувати освітленням, опаленням та системами безпеки з одного центра. Однією з перших популярних технологій для "розумного дому" стала система X10, яка

використовувала існуючу електропроводку для передачі сигналів між пристроями. Це було зручно, але мало свої обмеження. У 1990-х роках з'явилися нові протоколи, такі як Zigbee і Z-Wave, які використовували радіосигнали для передачі даних, забезпечуючи більшу надійність і швидкість.

1.2 Виникнення концепції Інтернету речей (IoT)

Ідея Інтернету речей (IoT) почала формуватися наприкінці 1990-х - на початку 2000-х років. Концепція передбачала підключення різних пристроїв до інтернету, щоб вони могли обмінюватися даними і взаємодіяти без участі людини. Це відкрило нові можливості для управління домашніми системами.

У 1999 році Кевін Ештон вперше ввів термін "Інтернет речей". Він описав, як звичайні предмети можуть бути підключені до інтернету і обмінюватися даними автоматично. З розвитком інтернету і бездротових технологій, таких як Wi-Fi, IoT почав проникати в побутову сферу.

Сьогодні "розумний дім" використовує інтернет і бездротові технології, як-от Wi-Fi, Zigbee і Z-Wave, для інтеграції різних систем. Управляти освітленням, опаленням і безпекою можна за допомогою мобільних додатків або голосових асистентів, таких як Amazon Alexa чи Google Assistant.

Технології Інтернету речей дозволяють створювати адаптивні системи, які автоматично регулюють освітлення в залежності від часу доби або наявності людей у приміщенні. Датчики руху, наприклад, можуть вмикати світло, коли хтось входить у кімнату, і вимикати його, коли кімната порожня, що допомагає економити енергію.

Сучасні системи освітлення також можуть інтегруватися з іншими елементами "розумного дому", такими як системи безпеки і клімат-контроль. Це дозволяє створювати комплексні рішення для підвищення комфорту і енергоефективності.

Розвиток інтернету і мобільних технологій зробив управління "розумним домом" можливим з будь-якої точки світу. Мобільні додатки дозволяють контролювати освітлення, температуру, системи безпеки та інші пристрої прямо зі смартфона або планшета. Ці додатки не тільки спрощують управління будинком, але й дозволяють отримувати сповіщення в реальному часі про будь-які зміни в будинку. Наприклад, якщо датчик диму виявить задимлення, система відразу повідомить власника.

Зростання урбанізації та чисельності населення викликало потребу в ефективних і зручних способах управління житлом. "Розумні будинки" пропонують рішення для покращення якості життя, підвищення безпеки і зниження витрат на енергію. Зростання цін на енергію та увага до екологічних питань також стимулюють розвиток технологій "розумного дому". Сучасні системи допомагають скоротити споживання енергії та зменшити вуглецевий слід, що сприяє сталому розвитку.

Великі компанії, такі як Google, Amazon і Apple, відіграють значну роль у розвитку технологій "розумного дому". Вони інвестують у дослідження та створюють екосистеми пристроїв і сервісів.

Google, наприклад, придбала компанію Nest, яка виробляє розумні термостати та інші пристрої. Amazon розвиває платформу Alexa, яка дозволяє керувати будинком за допомогою голосових команд. Apple створила платформу HomeKit для інтеграції різних пристроїв.

Одним з ключових завдань у розвитку "розумного дому" є стандартизація і забезпечення сумісності різних пристроїв і систем. Різні виробники використовують свої протоколи, що може ускладнювати інтеграцію. Для вирішення цієї проблеми розроблені міжнародні стандарти, такі як Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi і Bluetooth, які забезпечують сумісність пристроїв. Крім того, створюються альянси, такі як Zigbee Alliance і Z-Wave Alliance, для просування стандартів "розумного дому".

Майбутнє технологій "розумного дому" пов'язане з подальшим розвитком штучного інтелекту і машинного навчання. Ці технології дозволять системам адаптуватися до потреб користувачів і автоматизувати багато процесів. Розвиток технологій 5G відкриє нові можливості для Інтернету речей, забезпечуючи більшу швидкість передачі даних і надійність зв'язку. Це дозволить інтегрувати більше пристроїв і створювати складніші системи "розумного дому". Очікується, що розумні будинки все частіше інтегруватимуться з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні панелі і вітрові турбіни. Це допоможе знизити витрати на електроенергію і зменшити вуглецевий слід. Технології віртуальної і доповненої реальності також можуть знайти застосування в "розумних будинках". Вони дозволять створювати і тестувати різні сценарії управління будинком, а доповнена реальність допоможе візуалізувати роботу систем у реальному часі.

Протягом десятиліть різні історичні події та ключові розробки вплинули на еволюцію технологій "розумного дому". Ось кілька прикладів:

1960-ті роки:

Проект "Електронний дім" компанії Honeywell у 1966 році був одним з перших прикладів інтеграції технологій у повсякденне життя. Він передбачав використання центрального комп'ютера для управління різними пристроями в будинку.

1970-ті роки:

У 1975 році з'явилася технологія X10, яка дозволяла пристроям обмінюватися сигналами через існуючу електропроводку. Це був перший стандарт для систем домашньої автоматизації.

1980-ті роки:

Розвиток персональних комп'ютерів і мікропроцесорів у 1980-х роках призвів до появи складніших і функціональніших систем автоматизації. Почали з'являтися перші комерційні продукти для "розумного дому".

1990-ті роки:

У 1990-х роках були розроблені нові протоколи і стандарти, такі як Zigbee і Z-Wave, які дозволили створювати надійніші та масштабованіші системи.

2000-ті роки:

Поява Інтернету речей (IoT) у 2000-х роках відкрила нові можливості для домашньої автоматизації. Почали розроблятися розумні термостати, камери спостереження та інші пристрої, які могли взаємодіяти один з одним і управлятися через інтернет.

1.3 Приклади успішних проектів та впроваджень

Ось кілька успішних проектів і впроваджень технологій "розумного дому":

1. Nest Learning Thermostat:

Розроблений компанією Nest Labs (тепер підрозділ Google), Nest Learning Thermostat став одним з перших розумних термостатів, який міг адаптуватися до звичок користувачів і автоматично регулювати температуру в будинку. Цей продукт отримав широке визнання завдяки своїй зручності та енергоефективності.

2. Philips Hue:

Система Philips Hue включає розумні світильники, які можуть управлятися через мобільний додаток, голосові команди та інтегруватися з іншими пристроями "розумного дому". Hue дозволяє користувачам налаштовувати освітлення за кольором і яскравістю, створювати сценарії та автоматизувати процеси.

3. Amazon Echo і Alexa:

Amazon Echo і голосовий асистент Alexa стали ключовими елементами екосистеми "розумного дому". З їх допомогою користувачі можуть керувати різними пристроями, такими як світильники, термостати, камери спостереження та інші, за допомогою голосових команд. Alexa підтримує

широкий спектр пристроїв і сервісів, що робить її однією з найпопулярніших платформ для "розумного дому".

4. Google Home і Google Assistant:

Google Home і Google Assistant також відіграють важливу роль в екосистемі "розумного дому". Вони пропонують аналогічні можливості з управління пристроями за допомогою голосових команд, а також інтеграцію з широким спектром пристроїв і сервісів. Google активно розвиває свою платформу і пропонує користувачам нові функції та можливості.

Пандемія COVID-19 значно вплинула на розвиток технологій "розумного дому". Під час пандемії багато людей змушені були більше часу проводити вдома, що стимулювало інтерес до поліпшення домашнього середовища і підвищення комфорту. В результаті попит на пристрої і системи "розумного дому" значно зріс. Збільшення кількості людей, які працюють з дому, також сприяло зростанню популярності технологій "розумного дому". Розумні пристрої допомагали створити більш комфортні та функціональні умови для роботи, включаючи управління освітленням, температурою, системами безпеки та іншими аспектами домашнього середовища. Крім того, пандемія прискорила впровадження безконтактних та автоматизованих технологій, таких як розумні замки, камери спостереження та системи безпеки, які можуть управлятися дистанційно і мінімізувати необхідність фізичного контакту.

1.4 Вплив технологій "розумного дому" на суспільство та навколишнє середовище

Технології "розумного дому" справляють значний вплив на суспільство та навколишнє середовище. Вони сприяють підвищенню комфорту та якості життя, забезпечують безпеку та енергоефективність, а також сприяють сталому розвитку.

1. Підвищення якості життя:

Технології "розумного дому" дозволяють автоматизувати безліч рутинних завдань, що звільняє час і сили користувачів. Розумні системи освітлення, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря створюють комфортні умови в будинку, адаптуючись до переваг та звичок користувачів.

2. Забезпечення безпеки:

Розумні системи безпеки, такі як камери спостереження, датчики руху і розумні замки, забезпечують високий рівень захисту будинку і майна. Ці системи можуть відправляти сповіщення про підозрілі дії і дозволяють дистанційно контролювати безпеку будинку.

3. Енергоефективність і сталі розвиток:

Технології "розумного дому" сприяють зниженню споживання енергії та зменшенню вуглецевого сліду. Розумні термостати, системи освітлення та інші пристрої автоматично регулюють свої параметри для мінімізації енергоспоживання, що не тільки знижує витрати, але й зменшує навантаження на навколишнє середовище.

4. Соціальний вплив:

Технології "розумного дому" також можуть справляти позитивний вплив на суспільство. Вони можуть поліпшити умови життя для людей з обмеженими можливостями, надаючи їм можливість керувати різними системами і пристроями за допомогою голосових команд або мобільних додатків.

1.5 Виклики та перспективи розвитку технологій "розумного дому"

Незважаючи на всі переваги, технології "розумного дому" стикаються з низкою викликів, які необхідно подолати для подальшого розвитку.

1. Безпека і конфіденційність:

Однією з головних проблем є безпека і конфіденційність даних. Розумні пристрої збирають і передають велику кількість даних, які можуть бути уразливими для атак і витоків. Розробка надійних систем захисту і забезпечення конфіденційності даних користувачів є пріоритетними завданнями для виробників і розробників.

2. Сумісність і стандартизація:

Різноманітність пристроїв і платформ може створювати складнощі із сумісністю та інтеграцією. Розробка єдиних стандартів і протоколів, які забезпечать безшовну роботу різних пристроїв, є важливим кроком для спрощення використання технологій "розумного дому".

3. Вартість і доступність:

Вартість розумних пристроїв і систем може бути високою, що обмежує їх доступність для широких верств населення. Зниження вартості і збільшення доступності технологій "розумного дому" є важливими завданнями для їх масового впровадження.

4. Простота використання:

Для масового впровадження технологій "розумного дому" необхідно забезпечити їх простоту і зручність використання. Користувачі повинні легко встановлювати, налаштовувати і керувати розумними пристроями без необхідності в технічних знаннях.

5. Майбутній розвиток:

Незважаючи на ці виклики, перспективи розвитку технологій "розумного дому" залишаються вельми позитивними. З розвитком штучного інтелекту, машинного навчання і технологій 5G, розумні будинки стануть ще більш інтелектуальними, адаптивними і інтегрованими. Стале розвиток і використання відновлюваних джерел енергії також будуть відігравати важливу роль у майбутньому технологій "розумного дому".

Таким чином, технології "розумного дому" і Інтернет речей продовжують активно розвиватися, пропонуючи все більш досконалі та зручні

рішення для управління побутовими процесами. Розвиток цих технологій спрямований на підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності, а також на створення більш сталих і екологічних систем, які відповідатимуть потребам сучасних користувачів.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (IoT).

2.1 Поняття та сутність IoT

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) – це концепція, яка передбачає з'єднання фізичних об'єктів (пристроїв, транспортних засобів, будівель тощо) з Інтернетом та один з одним для збору та обміну даними. Ці об'єкти оснащуються вбудованими датчиками, програмним забезпеченням та іншими технологіями, що дозволяють їм взаємодіяти та обмінюватися інформацією.

IoT можна уявити як величезну мережу, де всі пристрої підключені до Інтернету і можуть передавати та отримувати дані. Це можуть бути як прості пристрої, такі як датчики температури або лампи, так і складніші системи, як-от автомобілі чи будівлі. Мета IoT полягає в тому, щоб створити інтегровану мережу, яка забезпечує збір даних, їх обробку та використання для прийняття рішень у реальному часі.

2.2 Архітектура IoT

Архітектура IoT складається з кількох основних компонентів, які взаємодіють між собою для забезпечення функціонування системи:

1. Пристрої (Things): Це фізичні об'єкти, оснащені датчиками, актуаторами та іншими компонентами, які здатні збирати дані з навколишнього середовища та виконувати певні дії. У контексті розумного будинку це можуть бути лампи, світильники, датчики руху, світлові датчики тощо. Наприклад, лампа може мати вбудований датчик руху, який автоматично вмикає світло, коли хтось заходить в кімнату.
2. Мережа зв'язку: Використовується для передачі даних між пристроями та централізованими системами. Мережі зв'язку можуть бути дротовими (Ethernet) або бездротовими (Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth, LoRaWAN тощо). Наприклад,

бездротові мережі, такі як Zigbee, часто використовуються для з'єднання пристроїв у розумних будинках завдяки їх низькому енергоспоживанню та можливості створення масштабованих мереж.

3. Хмарна інфраструктура: Надає засоби для зберігання, обробки та аналізу даних, отриманих від IoT-пристроїв. Хмара також забезпечує управління пристроями та надання користувачам доступу до даних через веб-інтерфейси або мобільні додатки. Наприклад, дані з датчиків можуть бути зібрані на сервері, де вони аналізуються і зберігаються для подальшого використання.

4. Аналітика та обробка даних: Дозволяє перетворювати зібрані дані в корисну інформацію для прийняття рішень. Це може включати аналіз даних у реальному часі, прогнозування, машинне навчання та інші технології. Наприклад, система може аналізувати, коли та де найчастіше вмикається світло, і автоматично налаштовувати освітлення для економії електроенергії.

2.3 Основні технології IoT

1. Датчики та актуатори: Це основні компоненти IoT-пристроїв. Датчики вимірюють фізичні параметри (температура, вологість, освітленість тощо), а актуатори здійснюють вплив на середовище (вмикають або вимикають освітлення, регулюють яскравість тощо). Наприклад, датчик освітленості може виміряти рівень природного світла і передати ці дані на центральний контролер, який у свою чергу регулює яскравість ламп.

2. Комунікаційні протоколи: Забезпечують передачу даних між IoT-пристроями та іншими компонентами системи. Найпоширенішими протоколами є MQTT, CoAP, HTTP/HTTPS, Zigbee, Z-Wave, Bluetooth Low Energy (BLE) та інші. Наприклад, протокол MQTT дуже ефективний для передачі даних у реальному часі при низькій швидкості передачі, що робить його ідеальним для багатьох IoT-застосувань.

3. Хмарні платформи: Такі як Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud IoT надають інфраструктуру для зберігання та обробки даних, а також засоби для управління IoT-пристроями. Наприклад, AWS IoT Core дозволяє легко підключати пристрої до хмари і обробляти дані в режимі реального часу, що забезпечує швидке реагування на зміну умов.

Застосування IoT для керування освітленням у розумному будинку та на приусадибній ділянці надає безліч переваг. Ось кілька основних можливостей та прикладів:

1. Автоматичне вмикання та вимикання світла: Використання датчиків руху дозволяє автоматично вмикати світло, коли хтось заходить в кімнату, і вимикати його, коли кімната порожня. Це не лише зручно, але й допомагає зекономити електроенергію. Наприклад, у коридорах та ванних кімнатах світло може вмикатися лише при необхідності, що знижує витрати на електроенергію.

2. Регулювання яскравості: Системи можуть автоматично регулювати яскравість світла в залежності від часу доби та рівня природного освітлення. Наприклад, вдень світло може бути менш яскравим, а ввечері – більш інтенсивним. Це не лише створює комфортні умови, але й сприяє зниженню енергоспоживання.

3. Дистанційне керування: Завдяки підключенню до Інтернету, користувачі можуть керувати освітленням через мобільні додатки або веб-інтерфейси. Наприклад, можна вимкнути світло, забувши це зробити перед виходом з дому, або ввімкнути освітлення перед поверненням, щоб зустрітися з приємною атмосферою.

4. Енергозбереження: Автоматичне управління освітленням дозволяє значно знизити споживання електроенергії. Наприклад, система може вимикати світло в кімнатах, де немає людей, або знижувати яскравість світильників вночі. Це не лише економить гроші, але й сприяє збереженню ресурсів.

5. Сценарії освітлення: Можливість налаштування різних сценаріїв освітлення для різних ситуацій. Наприклад, "Вечірка", "Робота", "Відпочинок" – кожен з яких передбачає різний рівень та кольорову температуру світла. Це дозволяє створювати ідеальну атмосферу для будь-якого випадку. Наприклад, для роботи можна налаштувати яскраве холодне світло, а для відпочинку – м'яке тепле.

2.4 Додаткові можливості IoT у керуванні освітленням

Окрім основних можливостей, існує багато інших способів використання IoT для керування освітленням:

Інтеграція з іншими системами розумного дому: Наприклад, системи освітлення можуть бути інтегровані з системами безпеки або клімат-контролю. Якщо система безпеки виявить рух на території будинку в нічний час, освітлення може автоматично ввімкнутися, що може відлякати зловмисників.

Голосове керування: Використання голосових помічників, таких як Amazon Alexa або Google Assistant, дозволяє керувати освітленням за допомогою голосових команд. Наприклад, можна просто сказати "Ввімкни світло в кухні" або "Зменш яскравість у вітальні".

Навчання системи: Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє системам вивчати звички користувачів та автоматично налаштовувати освітлення відповідно до їхніх вподобань. Наприклад, система може запам'ятати, що ви завжди вмикаєте світло у вітальні о 19:00 і автоматично виконувати цю дію.

Сповіщення та моніторинг: Системи можуть надсилати сповіщення на ваш смартфон про стан освітлення або про виявлені проблеми. Наприклад, якщо ви залишили світло ввімкненим при виході з дому, система може надіслати вам нагадування про це.

2.5 Переваги та виклики використання IoT у керуванні освітленням

Застосування IoT у керуванні освітленням має численні переваги, але також супроводжується певними викликами, які необхідно враховувати.

Переваги:

Зручність та комфорт: Автоматизація процесів дозволяє створювати комфортні умови для життя та роботи, зменшуючи необхідність ручного керування.

Енергоефективність: Автоматичне регулювання освітлення допомагає знизити споживання електроенергії, що сприяє економії ресурсів та зменшенню витрат.

Безпека: Інтеграція з системами безпеки дозволяє підвищити рівень захисту будинку або офісу, забезпечуючи своєчасне реагування на можливі загрози.

Дистанційний контроль: Можливість керування освітленням з будь-якої точки світу через Інтернет забезпечує додатковий рівень контролю та зручності.

Проблеми:

Безпека даних: Зростання кількості підключених пристроїв збільшує ризик кібератак, тому необхідно забезпечувати високий рівень захисту даних.

Складність інтеграції: Інтеграція різноманітних пристроїв та систем може бути складним процесом, що потребує значних зусиль та ресурсів.

Залежність від Інтернету: Застосування IoT передбачає постійне підключення до Інтернету, що може бути проблематичним у випадку перебоїв з мережею.

Вартість впровадження: Початкові витрати на впровадження IoT-систем можуть бути досить високими, що може стати бар'єром для деяких користувачів.

Для ілюстрації можливостей IoT у керуванні освітленням розглянемо кілька конкретних прикладів:

1. **Розумні лампи:** Це лампи, які можуть бути підключені до Wi-Fi або Bluetooth і керуються через мобільний додаток. Вони можуть змінювати колір, яскравість та вмикатися або вимикатися за розкладом або голосовими

командами. Наприклад, лампи Philips Hue дозволяють користувачам створювати різноманітні сцени освітлення для різних ситуацій.

2. Датчики руху: Встановлення датчиків руху в приміщеннях дозволяє автоматично вмикати та вимикати світло в залежності від присутності людей. Це не лише зручно, але й економить електроенергію. Наприклад, система може автоматично вимикати світло в кімнаті, якщо в ній ніхто не перебуває більше 15 хвилин.

3. Зовнішнє освітлення: Використання IoT для керування зовнішнім освітленням на приусадибній ділянці дозволяє автоматично вмикати світло при настанні темряви і вимикати його на світанку. Також можна налаштувати освітлення на основі руху або створювати спеціальні світлові сцени для вечірок або свят.

4. Інтеграція з іншими системами: Розумні системи освітлення можуть бути інтегровані з іншими системами розумного дому, такими як системи безпеки, клімат-контролю, мультимедіа тощо. Це дозволяє створювати комплексні рішення для підвищення комфорту та безпеки. Наприклад, система може автоматично вмикати світло і відтворювати музику, коли ви повертаєтесь додому.

2.6 Технології та стандарти IoT для керування освітленням

Для успішного впровадження IoT у керування освітленням важливо знати основні технології та стандарти, які використовуються у цій сфері.

Комунікаційні технології:

Wi-Fi: Широко використовується для підключення розумних пристроїв до Інтернету. Забезпечує високу швидкість передачі даних, але може споживати більше енергії порівняно з іншими технологіями.

Bluetooth Low Energy (BLE): Використовується для з'єднання пристроїв на короткі відстані з низьким енергоспоживанням. Ідеально підходить для пристроїв з обмеженими ресурсами.

Zigbee: Протокол бездротового зв'язку з низьким енергоспоживанням, який часто використовується в системах розумного дому. Дозволяє створювати масштабовані мережі з великою кількістю пристроїв.

Z-Wave: Ще один популярний протокол для розумних будинків, що забезпечує надійний зв'язок між пристроями з низьким енергоспоживанням.

Стандарти:

IEEE 802.11: Стандарт для бездротових локальних мереж (Wi-Fi), який використовується для підключення пристроїв до Інтернету (рисунок 2.1)

IEEE 802.15.4: Стандарт для низькошвидкісних бездротових персональних мереж, який є основою для таких протоколів, як Zigbee і Thread.

MQTT: Протокол обміну повідомленнями, який часто використовується для передачі даних між IoT-пристроями і серверами. Забезпечує ефективний обмін даними при низькій швидкості передачі.

У проекті використовується IEEE 802.11 як найпоширеніша мережа WiFi



Рисунок 2.1 – Приклад підключення пристроїв через стандарт 802.11

3. РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ НА ОСНОВІ ІОТ

Впровадження систем керування освітленням на основі Інтернету речей (IoT) є важливим кроком у розвитку сучасних розумних будинків. Це дозволяє створити більш енергоефективне, зручне та безпечне середовище для мешканців. У даному розділі розглядаються основні етапи розробки та впровадження такої системи, включаючи вибір апаратних компонентів, розробку програмного забезпечення, інтеграцію системи та її тестування.

Датчики руху: У проекті можна використовувати любий PIR датчик з трьома коннекторами для котрих на платі проекту розпаяні спеціальні роз'єми під GND, OUT, Vcc, за для тестування схеми та плати буде використовуватись датчик руху інфрачервоний HC-SR501 (рисунок 3.1), цей датчик бюджетний варіант котрий добре підходить для тестування та використовується часто у малих проектах на базі мікроконтролерів Arduino ESP й тому подібні.



Рисунок 3.1 – Інфрачервоний датчик руху HC-SR501

Датчики освітленості: Було вирішино не використовувати за для зниження бюджету установи, замість цього в код програми буде введений таймер з годинами увімкнення світла та вимкнення світла, як приклад після 7-ї ранку мікроконтроллер ESP8266 не буде сприймати сигнали з датчика руху

HC-SR501, не вмикаючи освітлення у оселі чи на подвіррі, це допоможе скоратити споживання електроенергії та підняти строк служби лампочок.

Враховуючи невикористання датчика освітлення, це не є ознакою що його неможна використати у нашій схемі, на разі ми розглядаємо бюджетну версію системи освітлення будинку та приусадібної ділянки.

Всі параметри мікроконтролера можна буде змінювати через застосунок або Веб інтерфейс.

Контролери

Мікроконтролери: Використовуються для обробки даних від датчиків та керування світильниками. Популярні моделі котрі в себе включають Arduino, Raspberry Pi та ESP8266/ESP32.

У нашому проєкті використовується ESP8266 з процесором Xtensa L106 та Wi-Fi модулем ESP8266MOD котрий може бути як прийомником сигналу так й ізлучателем, в нашому випадку він є прийомником 802.11 мереж WiFi.

Характеристики ESP8266

- Живлення: Micro-USB, 3.3V, GND, Vin
- WiFi стандарту 802.11 b/g/n
- Підтримка STA/AP/STA+AP режимів
- D0 ~ D8, SD1 ~ SD3: можуть бути використані як GPIO, PWM, ІС
- Ток на виході: 15mA
- AD0: 1 вивід АЦП
- Живлення 4.5 - 9В (10В максимум)
- Споживання: При обміні даних ~70 mA (200 mA максимум)
- очікування <200 мкА
- Швидкість передачі: 110-460800 б/сек
- Підтримка UART / GPIO інтерфейсів передачі даних
- Перепрошивка з облака або через USB
- відстань між контактними пінами: 2.8 мм

-Діапазон робочих температур: $-40 \sim +125^{\circ}\text{C}$

Інші компоненти

-Реле JQC-3FF/024-1HS(551), такі реле було вирішено використовувати через популярність та легкодоступність данного компоненту, при виході його з ладу, не буде перешкод з його заміною.

-Транзистори використовуються малопотужні 2N7002 для комутації обмотки реле

-Діоди низькочастотні SMD 1N4007W

-Резистори 10K 1206

-Резистори 220 0805

-Резистори 100 0805

-Світлодіод 0603 blue

-Коннектор DB126V-5.0-2P

-Конденсатор 10uF 6.3V

Всі компоненти представлені у 4 одиницях у схемі

-Конденсатор 220uF 6.3V. 1шт.

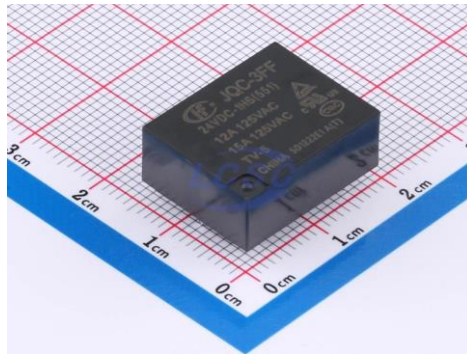


Рисунок 3.2 – Реле JQC-3FF/024-1HS(551)

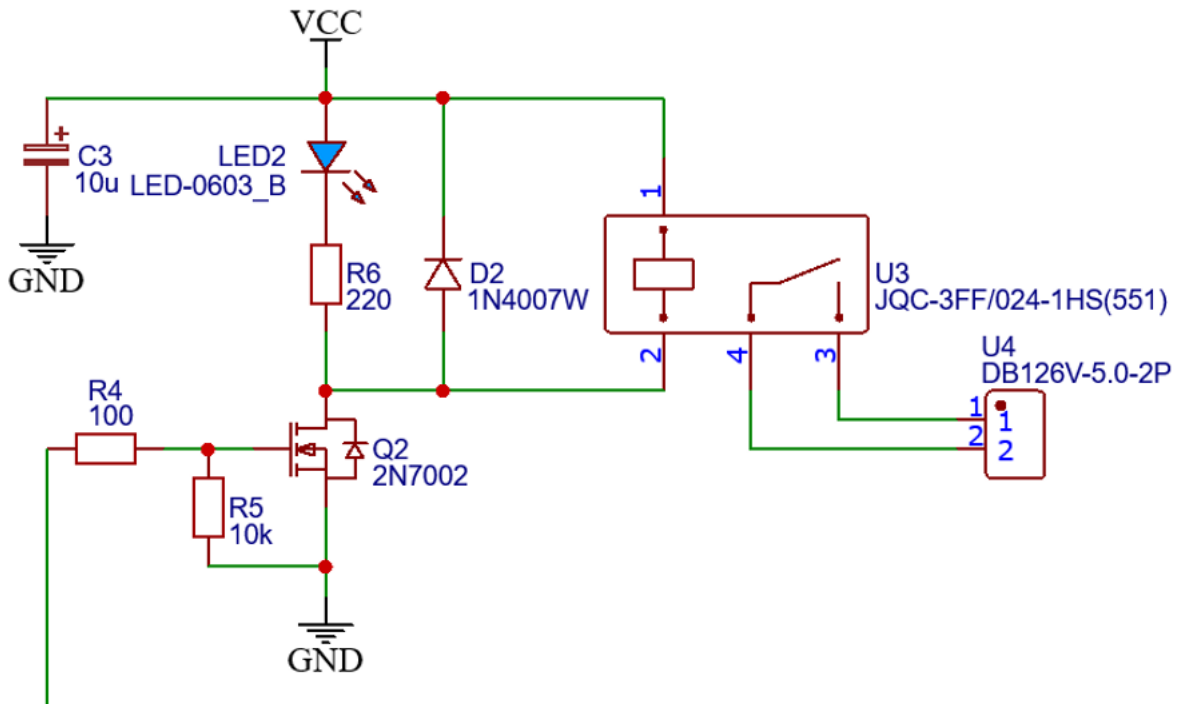


Рисунок 3.3 – Структурна схема розробляемого пристрою

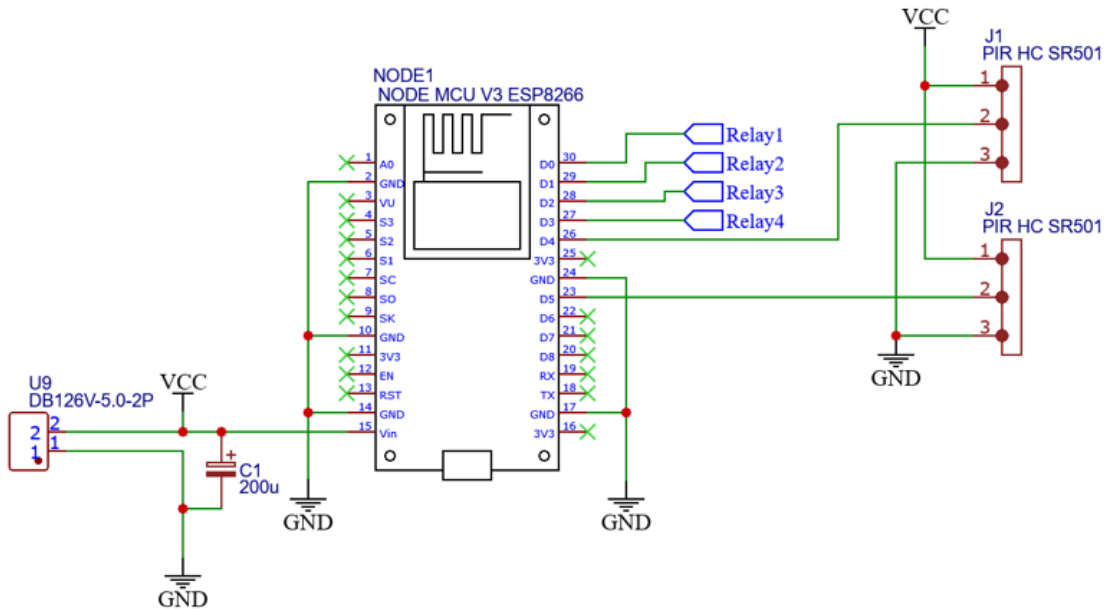


Рисунок 3.4 – Схема підключення до мікроконтроллера

Повна схема підключення та 3D модель плати, розпайки плати, розташовані у додатках

4. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Розробка програмного забезпечення для системи керування освітленням на основі IoT є ключовим етапом у створенні ефективної та функціональної системи. Програмне забезпечення забезпечує зв'язок між апаратними компонентами, обробку даних, автоматизацію процесів та дистанційне керування системою. У цьому розділі розглядаються основні аспекти розробки програмного забезпечення для такої системи.

1. Підключення необхідних бібліотек

```
#ifdef ESP32
#include <WiFi.h>
#include <AsyncTCP.h>
#else
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESPAsyncTCP.h>
#endif
#include <ESPAsyncWebServer.h>
```

На початку коду відбувається підключення необхідних бібліотек. В залежності від того, який мікроконтролер використовується (ESP32 або ESP8266), включаються відповідні бібліотеки для роботи з Wi-Fi та TCP. Це дозволяє забезпечити підтримку обох платформ без необхідності змінювати основний код.

2. Імпорт Додаткових Файлів

```
#include "secrets.h"
#include "webui.h"
#include "nodemcupins.h"
```

Імпортуються додаткові файли, що містять конфіденційну інформацію та визначення пінів:

secrets.h: Файл з конфіденційною інформацією, такою як SSID і пароль Wi-Fi.

webui.h: Файл, що містить HTML-код для веб-інтерфейсу.

nodemcupins.h: Файл, що містить визначення пінів для підключених пристроїв.

4. Ініціалізація змінних

```
unsigned long last_time = 0;
int ledState = 0;
int pins[] = { D0, D1, D2, D3 };
```

Ініціалізуються змінні для відстеження часу останнього оновлення стану, стану світлодіода та масиву пінів, до яких підключені виходи (світильники).

5. Функція setup

```
void setup(){
  // Запускаємо монітор порта
  Serial.begin(115200);

  // Налаштування пінів
  for(int i = 0; i < 4; i++) {
    pinMode(pins[i], OUTPUT);
    digitalWrite(pins[i], LOW);
  }

  // Вбудований світлодіод
  pinMode(D4, OUTPUT);
  digitalWrite(D4, LOW);

  // Вхідні піни датчика PIR
  pinMode(D5, INPUT);
  pinMode(D6, INPUT);

  // Підключення до Wi-Fi
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWD);

  Serial.print("Connecting to WiFi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(400);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println(".");

  // Вивід IP-адреси
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

```

// Маршрут для статової веб-сторінки
server.on("/", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
    request->send(200, "text/html", index_html);
});

// Маршрут для оновлення стану виходів
server.on("/update", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
    String inputMessage;
    int inputId;
    if (request->hasParam("state") && request->hasParam("id")) {
        inputMessage = request->getParam("state")->value();
        inputId = request->getParam("id")->value().toInt();
        digitalWrite(pins[inputId], inputMessage.toInt());
        ledState = true;
    } else {
        inputMessage = "No message sent";
        inputId = -1;
    }
    Serial.println(inputMessage);
    request->send(200, "text/plain", "OK");
});

// Маршрут для отримання стану виходів
server.on("/state", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
    int id = -1;
    if (request->hasParam("id")) {
        id = request->getParam("id")->value().toInt();
    }
    request->send(200, "text/plain", String(digitalRead(pins[id])).c_str());
});

// Запускаємо сервер
server.begin();
}

```

Функція `setup()` виконує наступні дії:

Ініціалізація послідовного порту: Встановлюється зв'язок для виведення повідомлень через послідовний порт, що дозволяє відслідковувати процес підключення та налагодження системи.

Налаштування пінів: Встановлюються піни в режим виходу для керування світильниками та вбудованим світлодіодом, а також вхідні піни для датчиків руху.

Підключення до Wi-Fi: Підключається до вказаної Wi-Fi мережі, використовуючи SSID та пароль з файлу secrets.h. Під час підключення виводяться крапки для індикації процесу. Після успішного підключення виводиться IP-адреса мікроконтролера.

Налаштування маршрутів веб-сервера:

/: Відповідає за відправлення стартової веб-сторінки з HTML-кодом, що міститься у файлі webui.h.

/update: Обробляє запити на оновлення стану виходів (включення/вимикання світильників) на основі параметрів state та id.

/state: Відповідає за отримання стану конкретного виходу на основі параметра id.

Запуск сервера: Запускається веб-сервер для обробки HTTP-запитів.

6 Функція loop.

```
void loop() {
  if (ledState) {
    last_time = millis();
    ledState = false;
  }

  if (millis() <= last_time + 100) {
    digitalWrite(D4, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(D4, LOW);
  }
}
```

Функція loop() виконує наступні дії:

Миготіння вбудованим світлодіодом: Якщо змінюється стан будь-якого виходу, світлодіод мигає для індикації успішної зміни. Це досягається шляхом включення світлодіода на 100 мілісекунд після зміни стану.

4.1 Функціональні можливості

Автоматичне вмикання та вимикання освітлення.

На основі даних від датчиків руху система автоматично вмикає світло при виявленні руху і вимикає його при відсутності активності протягом заданого часу. Це забезпечує енергоефективність і комфорт.

Регулювання яскравості

Датчики освітленості вимірюють рівень природного світла і автоматично регулюють яскравість ламп для підтримання комфортного рівня освітлення. Це дозволяє забезпечити оптимальне освітлення в будь-який час доби. Але в нашому проекті вони не використовуються за для зменшення ціни виробництва та впровадження системи.

Дистанційне керування

Користувачі можуть керувати освітленням через мобільний додаток або веб-інтерфейс. Це включає вмикання/вимикання світла, регулювання яскравості, налаштування сценаріїв освітлення та перегляд стану системи в реальному часі. Це забезпечує додаткову зручність та контроль.

4.2 Вибір мови програмування

C++ був обраний для програмування системи керування освітленням на основі IoT через низку важливих причин, які роблять його ідеальним для цього завдання. По-перше, C++ відомий своєю високою продуктивністю та ефективністю. Коли працюєш з вбудованими системами, такими як мікроконтролери ESP8266 та ESP32, обмежені ресурси і висока швидкість виконання коду є критичними. C++ дозволяє створювати компактний і швидкий код, що забезпечує оптимальне використання пам'яті та процесорного часу. Це важливо для реального часу роботи систем IoT, де навіть незначні затримки можуть вплинути на коректну роботу пристроїв.

Крім того, C++ надає розробникам детальний контроль над апаратними ресурсами. Це дозволяє точно керувати виділенням і звільненням пам'яті, що допомагає уникнути витоків пам'яті та забезпечує стабільну роботу системи. Також, C++ дозволяє отримувати прямий доступ до апаратних регістрів мікроконтролера, що є важливим для ефективного керування периферійними пристроями, такими як датчики та актуатори.

Ще однією важливою причиною вибору C++ є його відмінні можливості для створення масштабованих і розширюваних додатків. Об'єктно-орієнтоване програмування (ООП), яке підтримується C++, дозволяє створювати модульний і легко розширюваний код. Це означає, що нові функціональні можливості можна додавати без значних змін у вже існуючому коді. Шаблони в C++ дозволяють створювати універсальні компоненти, які можна адаптувати для різних типів даних, що сприяє повторному використанню коду та зменшує кількість помилок.

І нарешті, велика спільнота розробників та широка підтримка роблять C++ дуже привабливим вибором. Для C++ доступна велика кількість бібліотек, які спрощують розробку програмного забезпечення для IoT. Це включає бібліотеки для роботи з Wi-Fi, HTTP, MQTT та іншими протоколами, що використовуються в IoT. Активна спільнота розробників забезпечує доступ до численних ресурсів, прикладів коду та документації, що значно полегшує вирішення проблем і впровадження нових ідей.

Таким чином, C++ був обраний для програмування системи керування освітленням на основі IoT через його продуктивність, ефективність, детальний контроль над апаратними ресурсами, розширюваність, масштабованість та широку підтримку. Всі ці фактори роблять C++ ідеальним вибором для розробки ефективних, надійних та масштабованих IoT-систем.

4.5 Керування освітленням та налаштуваннями

Керування налаштуваннями мікроконтроллера проводиться через веб-сторінку з інтерактивними елементами для керування станом світильників

та датчиків. Веб-сторінка має декілька окремих керуючих кнопки котрі відповідають за різні реле котрі відповідають за включення освітлення на території подвір'я чи будинку, кожен елемент керування для зручності підписані різними назвами, у наступних версіях розробки на веб-сторінці можна буде онлайн змінювати назву тієї чи іншої кнопки.

Код веб-сторінки

```

1  E#ifndef __WEBUI_H
2  #define __WEBUI_H
3
4  const char index_html[] PROGMEM = R"rawliteral(
5  <!DOCTYPE HTML><html>
6  <head>
7  <title>ESP Web Server</title>
8  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
9  <style>
10  html {font-family: Arial; display: inline-block; text-align: center;}
11  h2 {font-size: 2.0em;}
12  p {font-size: 3.0em;}
13  body {max-width: 600px; margin:0px auto; padding-bottom: 25px;}
14  .switch {position: relative; display: inline-block; width: 120px; height: 68px}
15  .switch input {display: none}
16  .slider {position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; bottom: 0; background-color: #ccc; border-radius: 34px}
17  .slider:before {position: absolute; content: ""; height: 52px; width: 52px; left: 8px; bottom: 8px; background-color: #fff; -webkit-transition: .4s; transition: .4s; border-radius: 68px}
18  input:checked+.slider {background-color: #2196F3}
19  input:checked+.slider:before {-webkit-transform: translateX(52px); -ms-transform: translateX(52px); transform: translateX(52px)}
20  </style>
21  </head>
22  <body>
23  <h2>ESP Web Server</h2>
24  <h4>Dvor - State <span id="outputState0"></span></h4><label class="switch"><input type="checkbox" onchange="toggleCheckbox(this,0)" id="output0"><span class="slider"></span></label>
25  <h4>Koridor - State <span id="outputState1"></span></h4><label class="switch"><input type="checkbox" onchange="toggleCheckbox(this,1)" id="output1"><span class="slider"></span></label>
26  <h4>Kommnata #1 - State <span id="outputState2"></span></h4><label class="switch"><input type="checkbox" onchange="toggleCheckbox(this,2)" id="output2"><span class="slider"></span></label>
27  <h4>Kommnata #2 - State <span id="outputState3"></span></h4><label class="switch"><input type="checkbox" onchange="toggleCheckbox(this,3)" id="output3"><span class="slider"></span></label>
28  <script>function toggleCheckbox(element, id) {
29  var xhr = new XMLHttpRequest();
30  if(element.checked){ xhr.open("GET", "/update?state=1&id=" + id, true); }
31  else { xhr.open("GET", "/update?state=0&id=" + id, true); }
32  xhr.send();
33  }
34  function getStatus(id) {
35  var xhttp = new XMLHttpRequest();
36  xhttp.onreadystatechange = function() {
37  if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
38  var inputChecked;
39  var outputStateM;
40  if( this.responseText == 1){
41  inputChecked = true;
42  outputStateM = "On";
43  }
44  else {
45  inputChecked = false;
46  outputStateM = "Off";
47  }
48  document.getElementById("output" + id).checked = inputChecked;
49  document.getElementById("outputState" + id).innerHTML = outputStateM;
50  }
51  };
52  xhttp.open("GET", "/state?id=" + id, true);
53  xhttp.send();
54  }
55  setInterval(function () {
56  getStatus(0);
57  getStatus(1);
58  getStatus(2);
59  getStatus(3);
60  }, 1000 );
61  </script>
62  </body>
63  </html>
64  )rawliteral";
65
66

```

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи на тему "Використання технологій Інтернету речей у керуванні освітленням розумного будинку та приусадибного участку" було досягнуто значних результатів. Детально розглянуто концепцію Інтернету речей (IoT), його архітектуру, компоненти та протоколи зв'язку, що дозволило зрозуміти, як різні пристрої можуть бути підключені до мережі Інтернет для виконання автоматизованих завдань.

Виконана робота демонструє значний потенціал використання технологій Інтернету речей для покращення якості життя, забезпечення енергоефективності та підвищення рівня безпеки у сучасних розумних будинках. У процесі роботи було вирішено низку технічних завдань та подолано виклики, що дозволило створити надійну та функціональну систему керування освітленням на основі IoT.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Розумні системи освітлення: Основи (2021) [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://www.smarthome.com/smart-lighting-systems-the-basics>
2. IEEE Standards Association. (2020). IEEE 802.15.4-2020 - IEEE стандарт для бездротових мереж з низькою швидкістю передачі даних. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://standards.ieee.org/standard/802_15_4-2020.html
3. Рей, П. П. (2018). Огляд архітектур Інтернету речей. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 30(3), 291-319с
4. Ештон, К. (2009). Та річ, що називається "Інтернет речей". RFID Journal. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.rfidjournal.com>
5. "A Journey Through Smart Home Technology History" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.braidshield.com/blog/smart-home-technology-history/>

ДОДАТОК А

ПРЕЗЕНТАЦІЯ

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра Радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Тема роботи: Використання технологій інтернету речей в управлінні освітленням розумного будинку та присадибної ділянки

Виконав: ст.гр. ТРРТ-20-1
Войцих М.А

Керівник: ст. викладач каф. РТІКС
Алфьоров М.Є.

Актуальність Роботи

Управління освітленням за допомогою IoT-технологій дозволяє значно економити енергію та знижувати витрати. Використання датчиків руху та світла автоматизує процеси, що зменшує споживання електроенергії. Це важливо з огляду на зростання цін на енергоносії та необхідність зменшення вуглецевого сліду. Інтеграція з системами безпеки робить житло безпечнішим, адже світло може вмикатися при виявленні руху. Віддалене керування через мобільні додатки додає зручності, адже можна контролювати освітлення з будь-якої точки світу. Таким чином, впровадження IoT у освітлення розумного дому є важливим для підвищення енергоефективності, безпеки та комфорту в повсякденному житті.



Мета та завдання

Мета: Підвищення комфорту та безпеки для мешканців є ключовим завданням, оскільки автоматизація освітлення усуває потребу у ручному ввімкненні та вимкненні світла, а також дозволяє інтеграцію з системами безпеки, щоб освітлення автоматично реагувало на виявлення руху в нічний час.

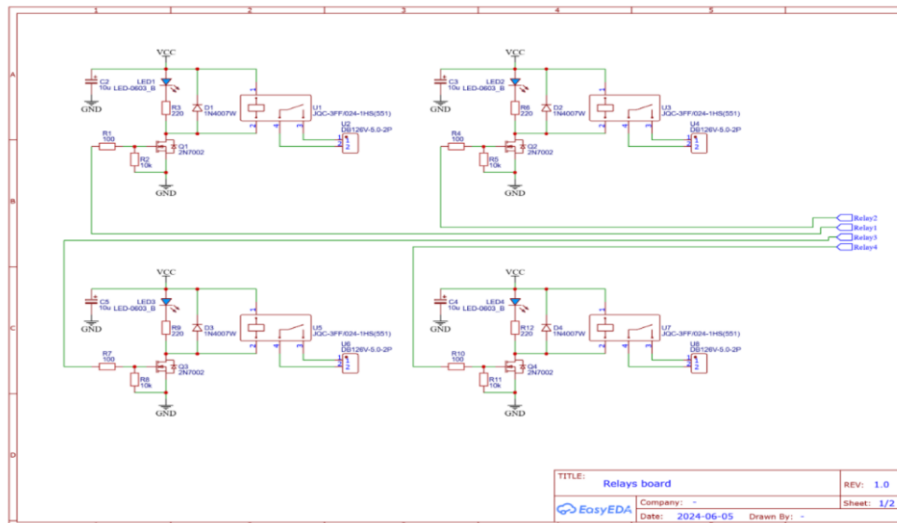
Завдання:

1. Розробити апаратну частину системи, включаючи вибір датчиків руху та мікроконтролерів.
2. Розробка програмно-керованого пристрою для управління освітленням
3. Інтегрувати систему з веб-інтерфейсом для віддаленого керування.
4. Підвищення комфорту та безпеки

6/25/2024

3

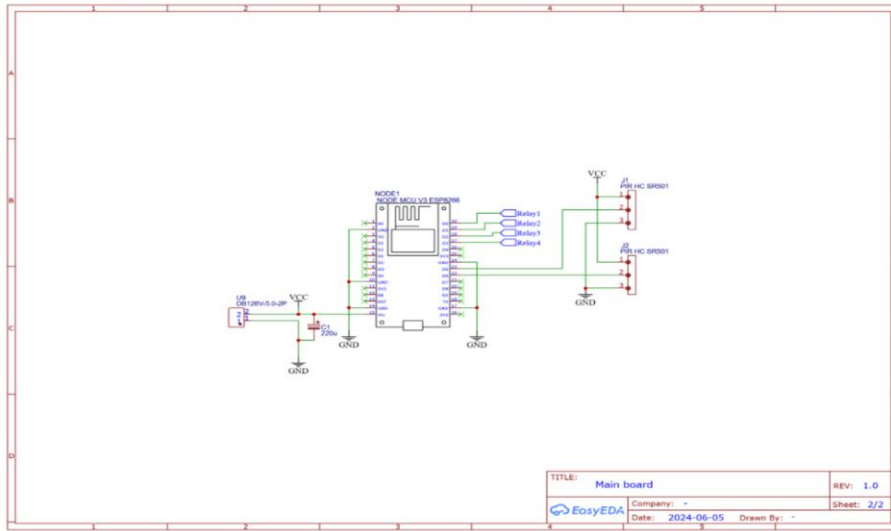
Схема плати керування елементами освітлення Ч.1



6/25/2024

4

Схема плати керування елементами освітлення Ч.2



6/25/2024

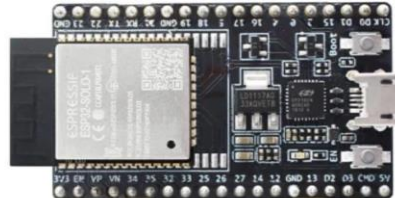
5

Використання мікроконтролера ESP 8266

Згідно з технічним завданням було вирішено використати мікроконтролер ESP8266. Також для цього проекту підходив мікроконтролер ESP32. На базі цих мікроконтролерів (згідно з комплектацією) є готовий приймач сигналу стандарту 802.11, що дозволяє нам вносити параметри у керування освітленням та датчиками руху через заготовлені параметри у прошивці мікроконтролера.



ESP8266



ESP32

6/25/2024

6

Компановка мікроконтролера з іншими елементами

Задля зручності впровадження та використання була розроблена плата, на якій базуються всі елементи управління. Це також дозволить створити мережу підключення між подібними платами управління, наприклад, зв'язати вулицю та будинок в одну мережу.

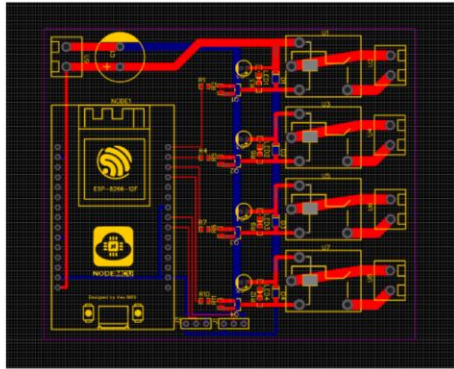
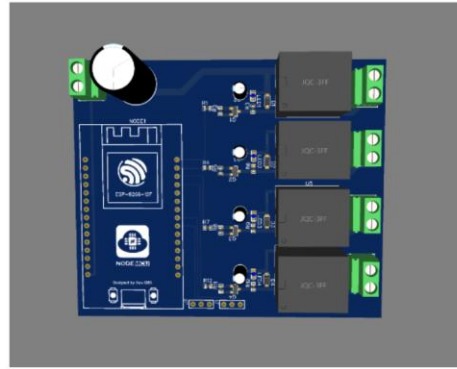


Схема плати керування

6/25/2024



3D Модель плати керування

7

Висновки

В рамках проекту було розроблено програмно-керований пристрій для управління освітленням на основі мікроконтролерів ESP8266 та ESP32. Це дозволило автоматизувати процеси вмикання та вимикання світла, що підвищило енергоефективність і зменшило витрати. Використання датчиків руху забезпечило зручність і комфорт для мешканців, а інтеграція з системами безпеки зробила житло більш захищеним. Завдяки IoT-технологіям стало можливим віддалене керування освітленням через мобільні додатки, що додає додаткову зручність. Розроблена плата управління дозволяє створювати мережу підключення між різними платами, що розширює функціональність системи. Загалом, проект показав значний потенціал IoT-технологій для покращення якості життя, підвищення енергоефективності та безпеки в розумних будинках.

6/25/2024

8

ДОДАТОК Б

ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ

```
#ifdef ESP32
  #include <WiFi.h>
  #include <AsyncTCP.h>
#else
  #include <ESP8266WiFi.h>
  #include <ESPAsyncTCP.h>
#endif
#include <ESPAsyncWebServer.h>

#include "secrets.h"
#include "webui.h"
#include "nodemcupins.h"

// Створюємо сервер (порт 80)
AsyncWebServer server(80);

unsigned long last_time = 0;
int ledState = 0;
int pins[] = { D0, D1, D2, D3 };

void setup(){
  // Запускаємо монітор порта
  Serial.begin(115200);

  // Налаштування пінів
  for(int i = 0; i < 4; i++) {
    pinMode(pins[i], OUTPUT);
    digitalWrite(pins[i], LOW);
  }

  // Вбудований світлодіод
  pinMode(D4, OUTPUT);
  digitalWrite(D4, LOW);
}
```

```

// Вхідні піни датчика PIR
pinMode(D5, INPUT);
pinMode(D6, INPUT);

// Підключення до Wi-Fi
WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWD);

Serial.print("Connecting to WiFi");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(400);
    Serial.print(".");
}
Serial.println(".");

// Вивід IP-адреси
Serial.println(WiFi.localIP());

// Маршрут для стартової веб-сторінки
server.on("/", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
    request->send(200, "text/html", index_html);
});

```

```

// Маршрут для оновлення стану виходів
server.on("/update", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
    String inputMessage;
    int inputId;
    if (request->hasParam("state") && request->hasParam("id")) {
        inputMessage = request->getParam("state")->value();
        inputId = request->getParam("id")->value().toInt();
        digitalWrite(pins[inputId], inputMessage.toInt());
        ledState = true;
    } else {
        inputMessage = "No message sent";
        inputId = -1;
    }
    Serial.println(inputMessage);
    request->send(200, "text/plain", "OK");
});

// Маршрут для отримання стану виходів
server.on("/state", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
    int id = -1;
    if (request->hasParam("id")) {
        id = request->getParam("id")->value().toInt();
    }
    request->send(200, "text/plain", String(digitalRead(pins[id])).c_str());
});

```

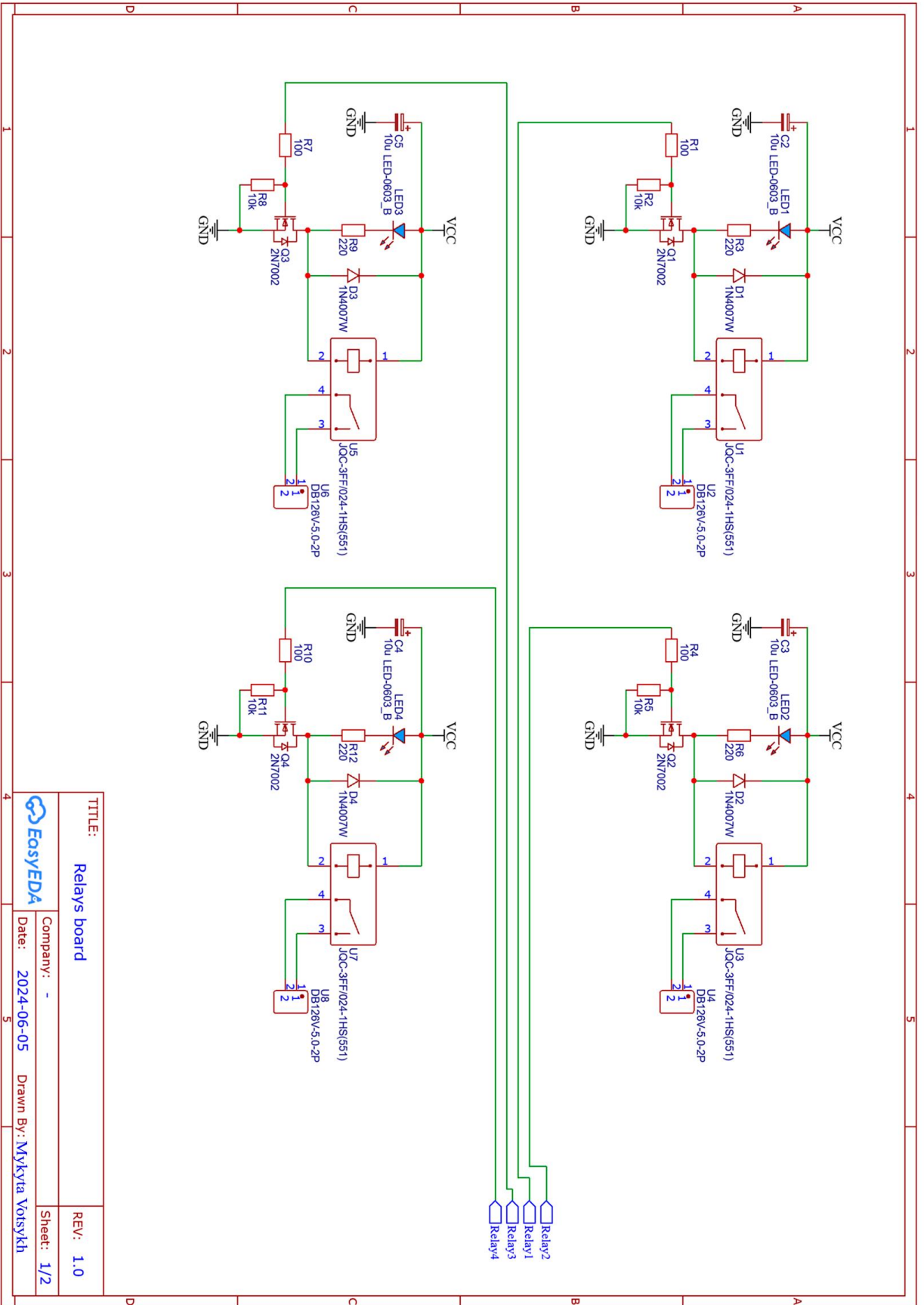
```
// Запускаемо сервер
server.begin();
}

void loop() {
  if (ledState) {
    last_time = millis();
    ledState = false;
  }

  if (millis() <= last_time + 100) {
    digitalWrite(D4, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(D4, LOW);
  }
}
```

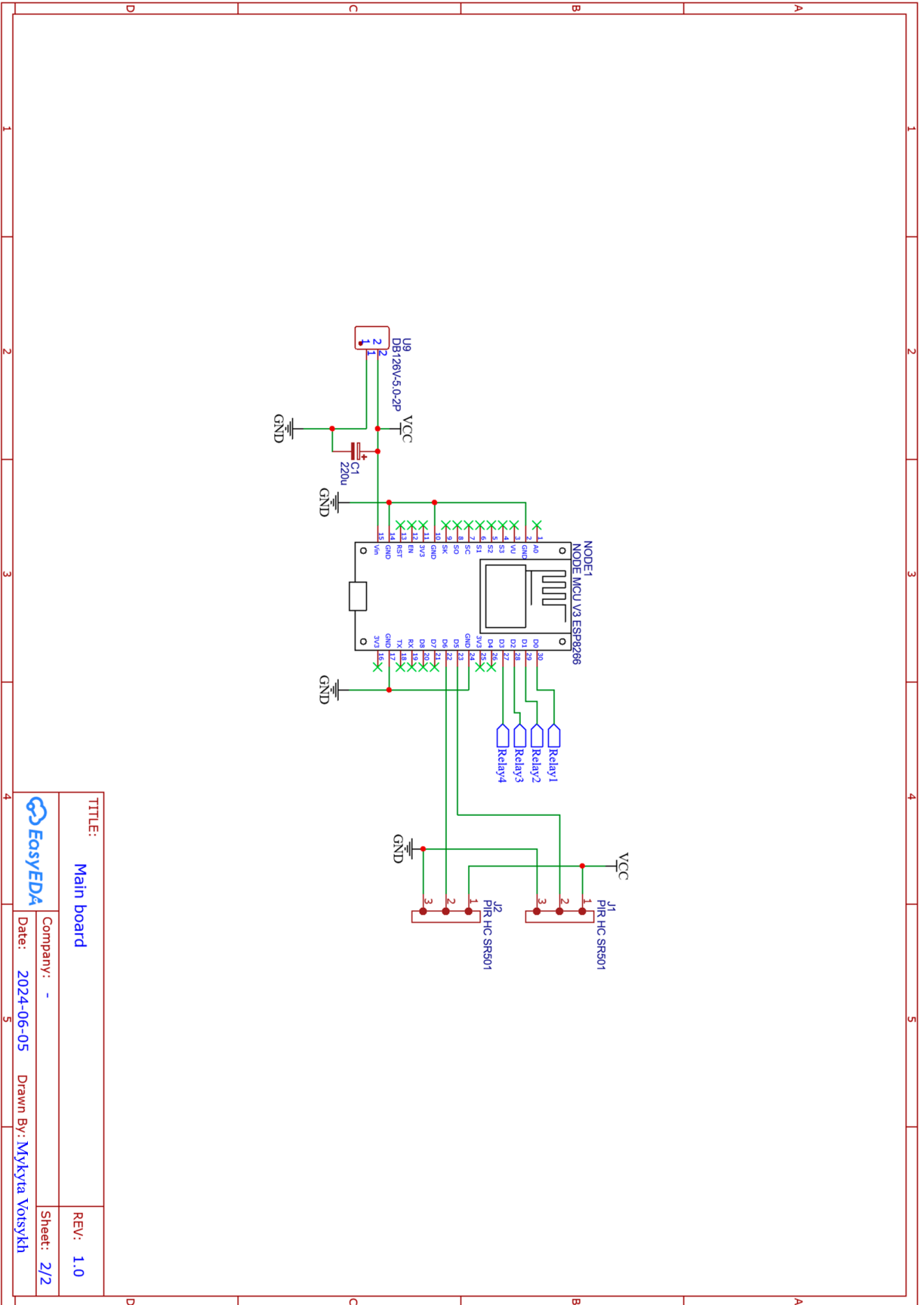
ДОДАТОК В

СХЕМА ПЛАТИ КЕРУВАННЯ ТА 3D МОДЕЛЬ



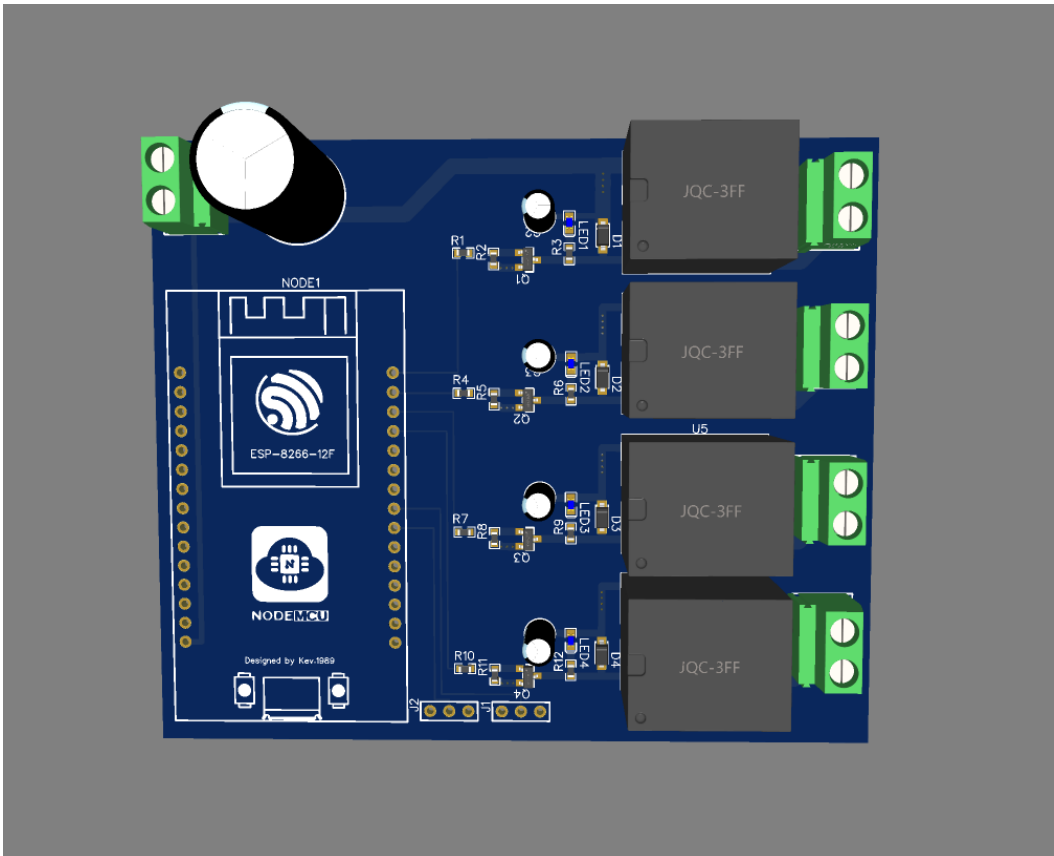
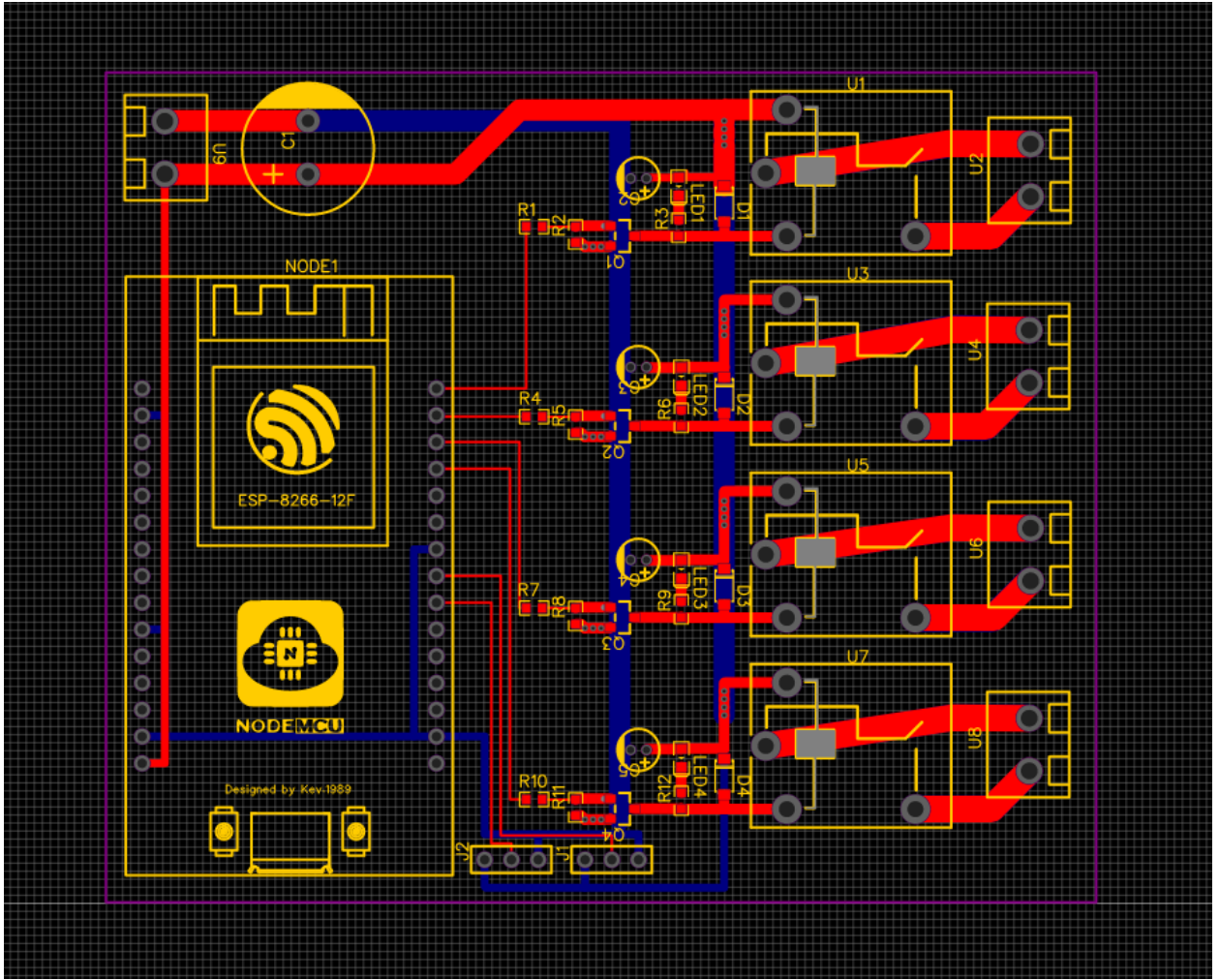
TITLE: Relays board		REV: 1.0
Company: -		Sheet: 1/2
Date: 2024-06-05	Drawn By: Mykyria Voitsykh	





TITLE:	Main board	REV:	1.0
Company:	-	Sheet:	2/2
Date:	2024-06-05	Drawn By:	Mykyria Vaisykh





ДОДАТОК Г

ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ

Поз.	НАИМЕНОВАНИЕ				Кол-во	Примечание
<u>Резисторы</u>						
R1	SMD 100 кОм ±5%				1	
R2	SMD 10 кОм ±5%				1	
R3	SMD 220 Ом ±5%				1	
R4	SMD 100 Ом ±5%				1	
R5	SMD 10 кОм ±5%				1	
R6	SMD 220 Ом ±5%				1	
R7	SMD 100 Ом ±5%				1	
R8	SMD 10 кОм ±5%				1	
R9	SMD 220 Ом ±5%				1	
R10	SMD 100 Ом ±5%				1	
R11	SMD 10 кОм ±5%				1	
R12	SMD 220 Ом ±5%				1	
<u>Конденсаторы</u>						
C1	220uF 6.3V				1	
C2	10uF 6.3V				1	
C3	10uF 6.3V				1	
C4	10uF 6.3V				1	
<u>Світлодіоди</u>						
LED1	LED-0603_B					
LED2	LED-0603_B					
LED3	LED-0603_B				1	
LED4	LED-0603_B				1	
<u>Діоди</u>						
D1	SMD 1N4007W				1	
D2	SMD 1N4007W				1	
D3	SMD 1N4007W				1	
D4	SMD 1N4007W				1	
<u>Реле</u>						
U1	JQC-3FF/024-1HS(551)				1	
U3	JQC-3FF/024-1HS(551)				1	
U5	JQC-3FF/024-1HS(551)				1	
U7	JQC-3FF/024-1HS(551)				1	
<u>Транзистори</u>						
Q1	Trans MOSFET N-CH 60V 0.3A 3-Pin SOT-23 T/R				1	
Q2	Trans MOSFET N-CH 60V 0.3A 3-Pin SOT-23 T/R				1	
Q3	Trans MOSFET N-CH 60V 0.3A 3-Pin SOT-23 T/R				1	
Q4	Trans MOSFET N-CH 60V 0.3A 3-Pin SOT-23 T/R				1	
ГЮИК 4192.01.000 ПЭ						
Исп	Лист	№ докум	Подпись	Дата		
Разраб.		Войчих М.А.			Литера	Лист
Провер.		Алфёров Н.Е.			у	Листов
Н. конт.		Битченко А.Н.			Перечень элементов	
Утверд.		Зарудный А.А.				

ДОДАТОК Д

ВІДОМІСТЬ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

