

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

к.ф. – м.н., І.І. Чичура

«29» серпня 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної бакалаврської роботи

на тему:

**Пристрій віддаленого керування виконавчими
елементами**

Виконав:

Негря Валентин Сергійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

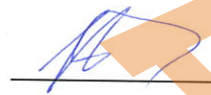


(підпис)

Науковий керівник:

Цигика В. В.

(вчене звання, ПІБ, посада)



(підпис)

Ужгород – 2024

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра приладобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень "БАКАЛАВР"

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри

ст. викл. Ігор ЧИЧУРА

" 27 " червня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

студенту Негря Валентину Сергійовичу.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема КБР: Пристрій віддаленого керування виконавчими елементами.
керівник роботи: Цигика В.В., канд. фіз.-мат. наук, доц. каф. ПБ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затвержені Розпорядженням по ІТФ від " ___ " _____ 2024 року
№ _____.

2. Строк подання студентом роботи " ___ " червня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи. Виконати наступні завдання КБР: здійснити огляд тенденцій розвитку систем віддаленого управління, розглянути принципи побудови та область застосування систем дистанційного управління з використанням різних варіантів бездротового зв'язку, на основі структурної схеми вибрати елементну базу, розробити схему електричну принципову та програмне забезпечення пристрою управління універсальним багатоканальним перемикачем (4 – 8 каналів). Живлення пристрою від мережі напругою $220\text{ В} \pm 10\%$, частотою $50 \pm 1\text{ Гц}$.

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

вступ, огляд науково-технічної літератури по темі КБР, розробка схеми електричної структурної, вибір елементної бази, розробка схеми електричної принципової та програмного забезпечення пристрою віддаленого управління виконавчим елементом, висновки, перелік посилань, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

схема електрична структурна, схема електрична принципова пристрою віддаленого керування виконавчим елементом.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електроніка та схемотехніка	ст. викл. Чичура І.І.		

7. Дата видачі завдання " _____ " лютого 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

/п	Назва етапів виконання КБР	Строк виконання етапів проекту	Примітка
	Огляд літератури	до 1/03/24	
	Розробка структурної та принципової схеми	до 30/03/24	
	Вибір елементної бази	до 10/04/24	
	Розробка програмного забезпечення	до 10/05/24	
	Оформлення креслень	до 25/05/24	
	Оформлення текстової частини	до 10/06/24	

Студент


(підпис)

Валентин НЕГРЯ

ПРІЗВИЩЕ

Керівник КБР


(підпис)

Володимир ЦИГІКА

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота містить: 54 сторінки, 24 рисунки, 9 формул, 9 таблиць, 28 джерел літератури.

Об'єкт розробки – пристрій віддаленого керування виконавчим елементом.

Мета роботи – розробка схеми електричної структурної, схеми електричної принципової та написання програмного забезпечення для роботи пристрою.

Метод дослідження – вибір методу бездротового зв'язку пристрою з користувачем. Огляд та аналіз аналогів. Синтез схеми електричної структурної та реалізація на її основі схеми електричної принципової беручи до уваги задані завданням проекту умови роботи. Написання програмного забезпечення для належної роботи пристрою та взаємозв'язку з серверами Blynk.

ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ,
КЕРУВАННЯ МОДУЛЕМ РЕЛЕ, ВИКОРИСТАННЯ «BLYNK»

Abstract

The qualifying bachelor thesis contains: 54 pages, 24 figures, 9 formulas, 9 tables, 28 literature sources.

The object of development is a device for remote control of an executive element.

The purpose of the work is to develop an electrical structural scheme, an electrical principle scheme and write software for the operation of the device.

The research method is the choice of the method of wireless communication between the device and the user. Review and analysis of analogues. Synthesis of the electrical structural diagram and implementation based on it of the electrical principle diagram, taking into account the tasks of the project of working conditions. Writing software to make the device work properly and communicate with Blynk servers.

REMOTE CONTROL, INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES,
RELAY MODULE CONTROL, USING "BLYNK"

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ.....	8
1.1. Функціональні схеми систем автоматичного керування.....	8
1.2. Означення дистанційного керування та його види.....	12
2. ОГЛЯД РОЗВИТКУ ТА ЗАСОБІВ КЕРУВАННЯ «Internet of Things» ПРИБОРАМИ.....	17
2.1. Використання технології IoT.....	18
2.2. Програмне забезпечення для підключення до хмарного сервісу.....	20
3. РОЗГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ТА ПРИБОРІВ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ.....	25
3.1. Relay Jeweller та WallSwitch Jeweller бренду Ajax.....	25
3.2. U-Prox Relay AC від бренду Integrated Technical Vision Ltd.....	29
3.3. Sonoff DUALR3 від компанії Sonoff.....	32
4. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	35
4.1. Загальні зауваження.....	35
4.2. Синтез структурної схеми.....	35
4.3. Вибір елементної бази для розробки приладу.....	36
4.4. Синтез схеми електричної принципової та розрахунок параметрів необхідних компонентів.....	38
4.5. Налаштування мобільного додатку VlynkApp.....	45
4.6. Опис програмного забезпечення для роботи з пристроєм.....	48
ВИСНОВОК.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	51
ДОДАТКИ.....	52
ДОДАТОК 1.....	53
ДОДАТОК 2.....	54
ДОДАТОК 3.....	55
ДОДАТОК 4.....	56

КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Пристрій віддаленого керування виконавчими елементами	Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив		Негря В.С.		20.06.24		н	6	57
Перевірив		Цигика В.В.		24.06.24		ІТФ, кафедра ПБ 4 курс бакалавр денна група		
Т. контр.		Чичура І.І.						
Н. контр.		Чичура І.І.						
Затв.		Чичура І.І.						

ВСТУП

На сьогоднішній день розвиток IoT технологій стрімко зростає і вже став невід'ємною частиною нашого сучасного життя. А розробка та поширення великої кількості IoT приладів призвела до того, що багато процесів, які раніше вимагали фізичної присутності людини, тепер можна здійснювати віддалено. Це явище охоплює різноманітні сфери: від домашнього використання до промислового виробництва та медичної допомоги. Дистанційне керування застосовується в багатьох сферах. У побуті – системи "розумного дому", що дозволяють контролювати освітлення, опалення та безпеку житла через мобільні додатки. У промисловості – це роботизовані системи і машини, які можуть управлятися з віддалених центрів керування. У медицині утворилось явище телемедицини, яка дозволяє лікарям консультувати пацієнтів на відстані, використовуючи відеозв'язок та спеціалізоване обладнання. Ефективність, зручність, безпека, економія ресурсів – це все характеризує системи дистанційного керування та моніторингу. Основою дистанційного керування є вже згадана технологія інтернет речей. Ця мережа взаємопов'язаних пристроїв створює більш функціональні середовища та революціонує галузі. Подальший розвиток в цій сфері є важливим і перспективним напрямом розвитку сучасних технологій і нашого майбутнього.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ

1.1 Функціональні схеми систем автоматичного керування

Пристрої автоматизації та дистанційного керування на сьогоднішній день широко застосовуються в різних галузях промисловості, комунальному господарстві, транспорті, побуті та інших сферах життя. Більшість сучасної техніки працює повністю або майже повністю виключає втручання в процес роботи людини. Засоби автоматики поділяють на [1]:

1. засоби автоматики й телемеханіки;
2. системи автоматичного керування – САК;
3. автоматизовані системи керування – АСК.

Засобами автоматики та телемеханіки визначають пристрої виконавчого характеру, такими можуть бути автоматичні вимикачі, реле, клапани, реле-регулятори.

Системи автоматичного керування – це пристрої автоматики, об'єкти керування, які взаємодіють між собою у відповідності до заданого алгоритму функціонування. Об'єкт керування (ОК) – це об'єкт над яким здійснюється керування для забезпечення алгоритму.

Іншими словами САК можна описати як систему, яка складається з об'єкта керування та пристрою керування, де керування або регулювання режимами роботи об'єкта відбувається автоматично.

За принципом керування САК поділяють в залежності від режиму роботи[2]:

1. Усталений – це режим роботи системи в якому похибка регулювання залишається незмінною. Він в свою чергу поділяється на статичний та динамічний. При статичному збурююча та задаюча величини не змінюються в часі, і як наслідок незмінною також залишається вихідна

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

величина системи. При динамічному режимі задаючі дії змінюються за рівномірно за постійним в часі законом, що ніяк не впливає на похибку регулювання, а отже вона залишається незмінною.

2. Перехідний режим роботи – визначається як робота системи, коли вона переходить з одного стану до іншого.

АСУ – це людино-машинні системи, призначені для керування великими комплексами, підприємствами.

В загальному розумінні процес керування – це дія на ОК у відповідності з алгоритмом керування. Алгоритм керування можна описати, як план дій, покрокове виконання яких приведе до наперед заданого результату.

Технічні пристрої, які реалізують автоматичне регулювання, називаються системами автоматичного регулювання (САР). Її можна умовно розділити на дві частини – об'єкт, що регулюється та автоматичний регулятор. При ручному керуванні роль автоматичного регулятора виконує людина. Регульований об'єкт в системі є головною частиною, який не змінюють.

Пристрій автоматичного керування (ПАК) – прилад, який контролює роботу об'єкта керування за заданим раніше алгоритмом без втручання людини.

При побудові автоматичних систем застосовують чотири принципи регулювання [3]. Найпростіше здійснити регулювання за розімкнутим циклом. Така система потребує застосування елементів з незмінними характеристиками. Функціональні схеми САР з діянням за збуренням є значно оптимальніші і позбавлені деяких недоліків попередніх. Третій принцип, функціональна схема з двома вимірювальними параметрами. Така система має меншу похибку регулювання, проте вона може досягати істотних значень внаслідок впливу перешкод і нестабільності елементів. Коли немає великих збурень, що різко змінюються, оптимальний принцип роботи САР є з діянням за відхиленням. У таких системах за допомогою вимірника контролюють значення вихідної, тобто регульованої величини і порівнюють його з сигналом задавача. Керуюче діяння,

						КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			9

що дорівнює різниці цих сигналів, забезпечує компенсацію впливу всіх збурюючих діянь. Такої властивості системи досягають введенням зовнішнього зворотного зв'язку, що з'єднує вихід САР із входом.

В сучасних системах робота більшості типів САК заснована тільки на двох принципах роботи: керування за збуренням (див. рис. 1.1) та керування за відхиленням (див. рис. 1.2). Також існують системи що поєднують обидва принципи, комбіноване керування.

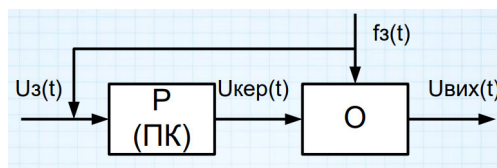


Рис 1.1. Функціональна схема керування за збуренням. О – об'єкт керування [].

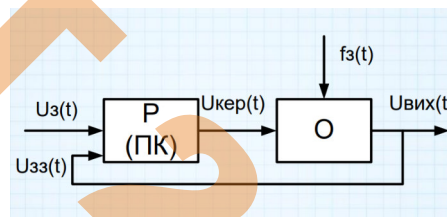


Рис. 1.2. Функціональна схема керування за відхиленням [].

Керування за збуренням базується на визначенні зовнішнього впливу на систему, значення якого вимірюється та результат подається на вхід керуючого пристрою. Керуючий пристрій аналізує значення сигналу та відповідно до цього задає керуючу дію на об'єкт керування. При такому методі управління сигнал збурення безпосередньо поступає на пристрій керування. Той аналізує сигнал, автоматично виробляє потрібну дію на об'єкт, щоб на виході із системи був отриманий заданий раніше результат. Таке керування виділяється швидкодією, ще називають розімкнутим.

Алгоритм керування за збурення може бути наступним [4]:

1. визначення, який потрібен режим роботи системи згідно з бажаним результатом та задаючим сигналом;

2. вимірювання величини збурюючої дії;
3. подати сигнал про величину збурюючої дії на ПК;
4. визначити, згідно з даними які є в ПК, яка повинна бути дія на ОК, щоб він працював у потрібному режимі при цій величині збурюючого сигналу;
5. виробити керуючу дію на ОК з урахуванням зовнішньої дії на нього.

Керування за відхиленням іншими словами описується як зворотній зв'язок або замкнена система.

Алгоритм систем із зворотнім зв'язком може бути наступний:

1. Визначити який потрібен режим роботи системи згідно з вхідними даними;
2. Виміряти значення вихідної величини
3. Подати отримані дані вихідної величини на ПК;
4. Визначити відхилення сигналу вихідної величини від потрібної;
5. Виробити керуючий сигнал на ПК, який залежить від величини відхилення вихідної величини від потрібного значення.

Різниця систем автоматичного регулювання полягає в різниці статичних характеристик, принципі дії, характері сигналів, та виду використовуваної для її роботи енергії.

До будь-якої САК повинні ставитись наступні вимоги які вона повинна забезпечувати [5]:

1. Стійкість керування;
2. Потрібну точність керування
3. Якість роботи.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Стійкість системи визначається як спроможність цієї системи повертатись до попереднього чи початкового стану, або близького до нього після впливу певної дії на цю систему. Бувають стійкі та не стійкі системи. Точність керування – це можлива похибка керування яка допускається системою при усталеному режимі роботи.

1.2 Означення дистанційного керування та його види

Принципом роботи дистанційного керування є передача керуючих сигналів (імпульсів) від керуючого пристрою до об'єкта керування. Створювався такий метод управління для роботи в специфічних умовах, таких як в середовищах шкідливих, недоступних чи небезпечних для людини або для відслідковування та управління рухомими об'єктами.

У роботі бездротової взаємодії між об'єктами беруть участь телемеханіка та телевимірювання. У свою чергу телемеханіка – це галузь науки, яка вивчає методи та технічні засоби автоматичного передавання на відстань повідомлень про стан об'єктів та команд керування. Телевимірювання визначається як процес отримання інформації про значення вимірювальних параметрів (напруги, струму, температури) контрольованих та керованих об'єктів методами і засобами телемеханіки [6].

Керування за допомогою Wi-Fi мережі – на сьогоднішній день одна з найпопулярніших технологій у сфері створення розумних будинків та IoT. Wi-Fi – це бренд організації Wi-Fi Alliance, який використовує набір стандартів бездротового зв'язку з використанням радіозв'язку IEEE 802.11. Розробником цього протокола обміну даними являється Джон О'Салліван в лабораторії радіоастрономії CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) в Австралії. Wi-Fi (IEEE 802.11) – набір стандартів для обміну даними в локальній мережі у частотних діапазонах 2.4 та 5 ГГц. Для поширення бездротового сигналу точки доступу використовують антени всеспрямовані або односпрямовані. Всеспрямовані антени приймають і випромінюють однакову потужність у всіх горизонтальних напрямках. Сигнал в такому випадку

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

приймає так звану форму бублика. Спрямовані антени приймають і випромінюють тільки в одному напрямку. Потужність таких антен більша, ніж у всеспрямованих.

Спочатку стандарт IEEE 802.11 передбачав можливість передачі по радіоканалу швидкості не більше 1-2 Мбіт/с., але завдяки стрімкому розвитку мобільно електронно-обчислювальних приладів, телефонів та ноутбуків почав розвиватись і цей стандарт. Так на сьогоднішній момент існує стандарт 802.11ax (Wi-Fi 6) який забезпечує до 10 Мбіт/с та смуги частот 2,4, 5,6 ГГц.

Є три основні методи створення системи бездротового обміну даними по мережі Wi-Fi [7]:

1. Basic Service Set (BSS) – використання одного каналу та однієї точки доступу для декількох користувачів приватної групи. Ідентифікується така група за номером точки доступу, який називають SSID;
2. Extended Service Set (ESS) – об'єднання декількох BSS в комутаційну мережу. У такій групі кожна BSS має свою унікальну MAC-адресу так звану BSSID;
3. Independent Basic Service Set – Підключення безпосередньо пристроїв одне до одного не використовуючи при цьому точки доступу. При такому методі підключення один з приладів виконує роль точки доступу, іншими словами стає хостом.

Переваги методу Wi-Fi:

- 1) Можливість керування пристроями на будь-якій відстані де є доступ до мережі Wi-Fi;
- 2) Доступна інтеграція до сучасних систем розумних будинків і використання їх функцій та переваг (Google Assistant, Apple Siri) що допомагає об'єднати декілька систем в одну і керувати навіть за допомогою голосових команд;

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- 3) Великий список підтримуваної елементної бази (датчики, електричні реле, розумні розетки, побутова техніка);
- 4) Можливість створення алгоритму роботи від конкретної ситуації чи автоматизація розкладена по днях;
- 5) Простота встановлення та налаштування;
- 6) Велика швидкість передачі даних, а отже низька затримка;
- 7) Дешевизна експлуатації, зазвичай після встановлення Wi-Fi мережі та маршрутизатора до неї, передача даних більше не потребує додаткових затрат.

Недоліки:

- 1) Потребує стабільного доступу до інтернету. Радіус роботи мережі обмежений радіусом роботи точок доступу (маршрутизаторів), і для роботи в одній локальній мережі на великих відстанях вимагає встановлення додаткових установок.
- 2) Мережі бездротового зв'язку є досить вразливими для взлому без надійних систем охорони.

GPRS (General Packet Radio Service) – це технологія дистанційного керування основана на мобільній мережі GSM що дозволяє передавати дані та команди на пристрої керування на далекі відстані за допомогою інфраструктури мобільного зв'язку через інтернет [8]. Ця технологія використовує вільну від голосового зв'язку смугу частот для обміну пакетними даними з мережею інтернет в частотах 900\1800МГц та потребує наявності спеціальних GPRS-модемів. GPRS ділиться на 12 класів в залежності від кількості вхідних та вихідних каналів та використовує 4 схеми кодування сигналу, в залежності від місцевості де використовується мережа. Наприклад якщо сигнал хороший та мало завад використовується схема кодування з більшою швидкістю і меншою завадостійкістю. Якщо ж пристрій збору інформації знаходиться поза зоною покриття мережі, то дані, які на нього

						КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк. 14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

надходять зберігаються у внутрішній пам'яті поки він не «вийде» в мережу, після чого вся інформація ділиться на пакети, які передаються послідовно. Це дає змогу декільком користувачам одночасно використовувати один канал зв'язку, що значно підвищує ефективність використання мережі. За допомогою функції «Always-On Connection» технологія GPRS може перебувати в мережі інтернет постійно, без потреби повторного підключення щоразу коли необхідно передати якісь дані, але через це й використання трафіку зростає що не є добре з економічної точки зору.

GPRS був розроблений та стандартизований Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів ETSI в кінці 1990 року. У 2000 році оператори Vodafone та T-Mobile запустили першу комерційну мережу 2G стандартизовану GPRS.

Архітектура GPRS складається з основних компонентів, таких як[9]:

1. GGSN (Gateway GPRS Support Node) – шлюз, вузол між мобільною мережею та зовнішніми IP мережами, що виконує функцію маршрутизації пакетів даних та керування IP-адресами приладів;
2. SGSN (Serving GPRS Support Node) – відповідає за обміном інформації між приладами та GGSN. Відслідковує місцезонашування приладів та керує сесіями передачі даних;
3. PCU (Packet Control Unit) – керує розподілом ресурсів для забезпечення роботи передачі даних між користувачами GPRS.

Використання GPRS у сфері віддаленого моніторингу та керування пристроями має сенс у випадках великих відстаней та обмеженої швидкості передачі даних. Наприклад охоронні системи передачі сигналів порушення в реальному часі, відслідковування транспортних засобів, вантажів та керування логістичними процесами, використання їх в аграрній сфері для збору інформації на полях (вологість ґрунту, погодні умови, стан рослин).

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Bluetooth – це технологія безпроводної передачі даних між приладами на короткі дистанції. Зазвичай працює на відстані до 10 метрів, але сучасні версії «блютуз» дозволяють використовувати такий спосіб передачі інформації аж до 100 метрів при умові відсутності об'єктів що перешкоджають проходженню радіохвиль.

Перша концепція Bluetooth була розроблена в 1994 році компанією Ericsson Mobile Communications, яка була на той час ринковим гігантом у сфері створення мобільних телефонів [10]. Метою роботи було створення універсальної технології для безпроводної передачі даних на короткі відстані яка б замінила використання кабелів RS-232. У 1998 році технологія була покращена, та стандартизована групою Bluetooth SIG, в яку входили такі компанії як Ericsson, IBM, Intel, Toshiba та Nokia. 1999 року була випущена перша специфікація Bluetooth v.1.0. Вже через рік почався масовий випус пристроїв з підтримкою цієї технології. У 2010 році була випущена специфікація Bluetooth v. 4.0 в якій було реалізовано функцію BLE (Bluetooth Low Energy) – технологія Bluetooth з низьким енергоспоживанням, але досить малим радіусом дії. Незважаючи на це вона знайшла своє місце серед пристроїв IoT. У 2020 році було представлено на даний момент найновішу версію 5.2 швидкість якої сягає до 2 Мбіт\с.

Основними характеристиками Bluetooth є [10]:

1. Робочий діапазон частот – 2,4 гГц;
2. Максимальна дальність передачі даних – виділяють три класи приладів: Клас 1 – до 100 метрів, Клас 2 – до 10 метрів, Клас 3 – до 1 метра;
3. Пропускна здатність залежно від версії: від 1 Мбіт\с до 2 Мбіт\с;

Для енергоефективної роботи в сучасному світі технологію Bluetooth використовують найбільше у побутових або маленьких приладах: телевізори, бездротові навушники, колонки, гарнітури, комп'ютерна периферія, телефони, планшети, розумні годинники, компоненти систем «Розумний будинок» тощо.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2. ОГЛЯД РОЗВИТКУ ТА ЗАСОБІВ КЕРУВАННЯ «Internet of Things» ПРИСТРОЯМИ

Internet of Things (IoT) — це технологія у вигляді глобальної мережі, яка складається із багатьох пристроїв, що підключенні одне до одного для обміну інформацією[11]. Іншими словами пристрої IoT - це загальна назва будь-яких автономних пристроїв із вмонтованими датчиками, які підключені до інтернету, та якими можна керувати дистанційно за допомогою мобільних додатків, пультів управління та панелей інструментів.

Щоб стати "реччю", будь-який пристрій повинен відповідати певним критеріям:

1. Він повинен посилати деякі сенсорні дані, наприклад, тиск, температура або вологість;
2. Він повинен мати унікальний ідентифікатор, щоб його можна було ідентифікувати при спілкуванні.;
3. Він повинен бути здатний обмінюватися інформацією з подібними собі гаджетамни, а також мати доступ до провідного інтернету і Wi-Fi;

Ці пристрої оснащені сенсорами, датчиками, засобами передавання сигналів, які служать для отримання даних з навколишнього середовища, їх подальшої обробки та передавання даних на інші елементи системи інтернет-речей. Особливістю є можливість повної автоматизації процесу обміну даними між різними IoT пристроями, і виключення втручання в нього людини. Також ця технологія може використовувати тучний інтелект та машинне навчання щоб покращити свою роботу. Термін «Інтернет речей» запропонував у 1999 році засновник дослідницького центру AutoID Center в Массачусетському технологічному інституті Кевін Ештон[12].

Технології IoT почали активно розвиватися з 2000-х років, коли кількість пристроїв, підключених до Інтернету, перевищила кількість користувачів мережі. Вони аналізують і обробляють величезні обсяги даних. До

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2015 року кількість підключених пристроїв досягне 25 мільярдів, а до 2020 року - 50 мільярдів. Таким чином, в даний час відбувається еволюційний перехід від «Інтернету людей» до «Інтернету речей», IoT (Internet of Things).

2.2 Використання технології IoT

Інтернет речей об'єднує реальні об'єкти у віртуальні системи, здатні виконувати різноманітні завдання (див. рис. 2.1). Основна ідея полягає в тому, щоб з'єднати між собою всі можливі об'єкти, підключивши їх до мережі для збору даних і прийняття рішень на їх основі. Наприклад, можна відкрити гаражні двері, увімкнути кавоварку або кондиціонер, вимкнути світло тощо. У такому середовищі створюються якісно нові умови для бізнесу, охорони здоров'я, екологічної безпеки, а також змінюються особисті та соціальні аспекти життя. Завдяки можливостям автоматичного регулювання побутових приладів обігріву, охолодження повітря, економічна ефективність раціонального використання електрики, газу, води тощо. Завдяки розвитку IoT технологій з'явилися й інші технології, наприклад, смарт-речі. Смарт-технологія — це процес взаємодії об'єктів з навколишнім середовищем, що наділяє систему здатністю адаптуватися до нових умов, саморозвиватися та самонавчатися, ефективно досягати цілей.



Рис. 2.1. Використання інтернет речей[13]

Архітектура Інтернету речей відрізняється в залежності від реалізації (див. рис. 2.2).

						КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			18

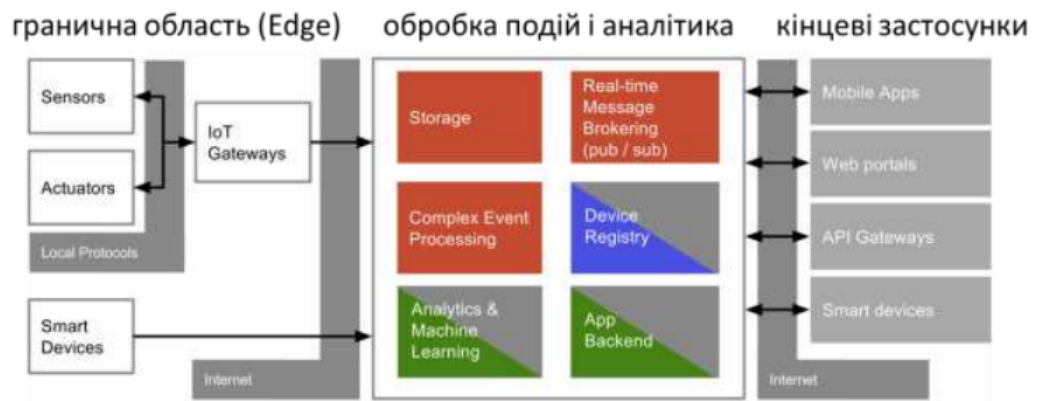


Рис. 2.2. Архітектура IoT [14]

Взаємодія з «IoT приладами» відбувається з використанням різних датчиків та виконавчих елементів (реле, клапани). Датчики разом з усіма складовими формують так звану граничну область. Інформація, яка надходить з цієї області, зберігається і обробляється відповідно до поставлених задач на рівні обробки подій та аналітики. На цьому етапі інформація спершу зберігається в пам'яті, потім обробляється і, залежно від заданих умов та команд, перенаправляється до відповідних додатків. Додатково на цьому рівні здійснюється адміністрування та керування пристроями з граничної області. Дані обробляються за допомогою аналітичних сервісів, що використовують машинне навчання, яке дозволяє зробити певні висновки про об'єкт. Цей рівень зазвичай реалізований з використанням хмарних обчислень. Отримання результатів, контроль, віддалене керування та адміністрування системи здійснюються через кінцеві застосунки з використанням Інтернету.

Класифікація Інтернет-речей відбувається на основі розподілу по масштабу використання (див. рис. 2.3) [15]:

1. BAN (body area network) – мережа рівня людини. Прикладом можуть бути малі пристрої які відповідають критеріям IoT речей: слуховий апарат, зубна щітка, окуляри технології VR;

2. LAN (local area network) – мережа рівня домашньої автоматизації. Популярним прикладом такої мережі є сучасні методи реалізації систем «Розумний будинок»;

3. WAN (wide area network) – мережі на рівні сіл, районів та цілих міст. Це велосипеди, автомобілі, автобуси, які підключені до інтернету;

4. VWAN (very wide area network) - мережа рівня держави, державні послуги. Сучасні додатки українських виробників ДІЯ, Резерв+, мобільні додатки банків та інші.

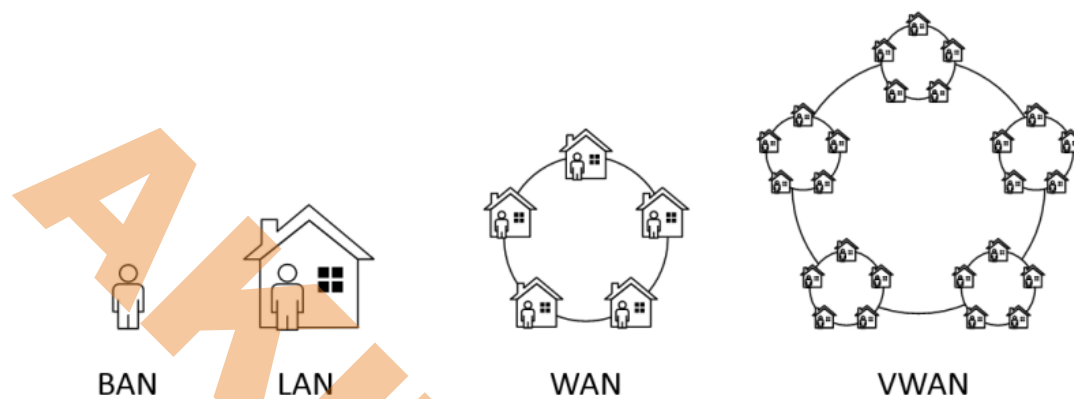


Рис. 2.3. Класифікації мереж[15]

Але слід розуміти що концепція інтернет речей - це величезна дуже вразлива мішень для будь-яких видів хакерських атак. Зловмисники використовують це для доступу до будівель, аккаунтів, банківських рахунків, тощо. Вже було виявлено надзвичайно велика кількість направлених на IoT-пристрої таких атак, добре організованих зломів і навіть вразливостей в системах безпеки національного масштабу.

2.3 Програмне забезпечення для підключення до хмарного сервісу

Blynk — це комплексний пакет програмного забезпечення, який дозволяє створювати прототипи, розгортати та дистанційно керувати підключеними електронними пристроями різного масштабу. Від маленьких домашніх систем керування побутовими приладами, до керування цілими системами автоматизації[16].

Він був розроблений як платформа IoT для моніторингу та контролю за об'єктами керування на великих відстанях, він може відображати дані датчиків, зберігати їх, візуалізувати та обробляти інформацію та керувати елементами в

залежності від отриманих команд в реальному часі або прописаних наперед в залежності від умов.

Платформа Blynk IoT складається з ключових компонентів Blynk_app, Blynk_server, Blynk_libraries [17].

Blynk_app – мобільний додаток та веб-сервіс, в якому можна створювати власний інтерфейс з існуючих в ньому віджетів, слайдерів, кнопок, надписів. Є так званим пультом керування системою автоматизації та її дисплеєм;

Blynk_server – Є перехідним мостом або шлюзом між додатком та апаратним забезпеченням. Є можливість налаштування як власного приватного локального серверу, так і використовувати наявні для підключення пристроїв;

Blynk_libraries – комплексний набір потрібних бібліотек для роботи серверу та додатку, обміну між ними даними, обробкою їх, та вхідних команд. Доступні бібліотеки для всіх програмних середовищ, як Arduino IDE.

Blynk App — це універсальна мобільна програма для iOS і Android, яка виконує такі основні функції:

- 1) Віддалений моніторинг і управління підключеними пристроями, які працюють з платформою Blynk;
- 2) Конфігурація мобільного інтерфейсу на стадіях прототипування та виробництва;
- 3) Автоматизація роботи підключених пристроїв.

Особливістю даної платформи є те що вона є публічною і доступною для всіх. В ній вже є бібліотеки які самостійно під'єднують плату та ваш телефон до своїх приватних серверів, або до створеного приватного сервера. Потрібно лише «підтягнути» плату до системи Blynk і задати які дії повинні виконуватись через платформу. Для роботи можна використовувати не лише плати від Arduino, а й інші широко розповсюджені моделі, включаючи Raspberry Pi, ESP8266/ESP32, та багато інших. Також до переваг можна віднести підтримку інтеграції з популярними хмарними платформами та

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

сервісами, такими як IFTTT, Google Assistant, Amazon Alexa та можливість роботи з різними протоколами зв'язку, такими як MQTT, HTTP(S), WebSocket.

Наявність доступного додатку для iOS і Android, дозволяють створювати інтерфейси для управління пристроями. Особливість Blynk полягає в простоті створення додатка та зв'язку з програмним кодом пристрою. Користувачі можуть легко додавати кнопки, слайдери, графіки та інші елементи інтерфейсу. Для моніторингу та управління IoT-проектами через веб-браузер є офіційний веб-додаток, який підтримує всі функції мобільної версії BlynkApp.

Серйозним недоліком Blynk є те, що не можна звернутися до пристрою без підключення до Інтернету, принаймні для підключень, що не стосуються Bluetooth та USB-з'єднання. А якщо з'єднання нестабільне, то ваш скетч буде гальмуватись на мережевих з'єднаннях. Для якихось застосувань уповільнення виконання інструкцій може бути дуже критично. Причому Blynk може працювати з-під суворого NAT, це означає, що ваш пристрій буде періодично опитувати, буквально в кожному циклі, сервер в Інтернет. За поганого зв'язку виконання скетчу може піти взагалі не так, як задумано спочатку.

Підключення плати до системи Blynk може відбуватись різними методами:

- 1) Wi-Fi;
- 2) Bluetooth;
- 3) GSM;
- 4) USB.

Звичайно Blynk є не єдиним способом щоб керувати платою дистанційно. Аналогами та головними конкурентами Blynk є Cayenne, Virtuino, RemoteXY.

Cayenne IoT — це такий же по функціоналу конструктор проектів Інтернету речей, як і Blynk. Він дозволяє розробникам швидко створювати та розміщувати проекти для своїх підключених пристроїв. Його основними

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

функціями є дистанційно керувати обладнанням, відображати дані датчиків, зберігати дані, аналізувати, тощо. Як і Blynk IoT, Cayenne це платформа, яка володіє кількома основними компонентами [18]:

1. Cayenne App – налаштуйте та керуйте своїми IoT-проектами за допомогою перетягування віджетів із програми;
2. Cayenne Online Dashboard – Використовуйте браузер, щоб налаштувати та контролювати свої IoT-проекти;
3. Cayenne Cloud – відповідає за обробку та зберігання даних пристроїв, користувачів і датчиків для команд, дій, тригерів і сповіщень;
4. Cayenne Agent – забезпечує зв'язок із сервером, агентом і апаратним забезпеченням для реалізації вхідних і вихідних команд, дій, тригерів і сповіщень.

Щоразу, коли ви натискаєте кнопку в додатку Cayenne або на онлайн-панелі, він переміщується в Cayenne Cloud, де обробляється та знаходить шлях до вашого обладнання. Так само працює і в зворотному напрямку. Використовувати можна як мобільний додаток, так і веб-панель чи одночасно і те, й інше. Будь-які зміни, які ви вносите в апаратне забезпечення з мобільного додатка, відображаються під час перегляду онлайн-панелі і навпаки.

До особливостей Cayenne IoT можна віднести наступні пункти:

1. З'єднання за допомогою Ethernet, Wi-Fi та стільникового зв'язку (лише мобільний додаток)
2. Можливість налаштування інформаційної панелі із віджетами та іншими елементами інтерфейсу для взаємодії з користувачем;
3. Віддалений доступ, перезавантаження та завершення роботи
4. На відміну від Blynk, Cayenne націлений на менш досвідчених розробників, тому пропонує підхід, що вимагає мінімального програмування на стороні клієнтського пристрою. Він насичений великою кількістю прикладів та готових скетчів для роботи з

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

підтримуваними платами. Користувач створює проект в додатку або через веб-браузер, додаючи кнопки, слайдери, регулятори, лампочки та шкали, які можна прив'язати до віртуальних або реальних виводів контролера. Додатково Cayenne має механізм тригерів та подій. Тригери обробляють події, отримані від пристрою, а модель подій базується на календарному розкладі. Зв'язок між контролером та програмою здійснюється шляхом додавання невеликих фрагментів програмного коду.

Remote XY та Virtuino виконують такі ж функції як і описані вище програми. Їх особливість це те що вони не використовують серверну частину. Тобто працюють лише через мобільний додаток в локальній мережі, це обмежує дистанцію контролю діапазоном доступної локальної мережі, але значно спрощує та пришвидшує роботу зворотнього зв'язку в ній. Алгоритм роботи полягає у створенні інтерфейсу взаємодії на офіційному веб-сайті, далі генерується вихідний код структури інтерфейсу для використовуваного програмного середовища (Arduino IDE тощо) та зберігається в пам'яті контролера. При підключенні мобільного додатку до контролера раніше створена структура інтерфейсу «підтягується» для використання його з телефону. Кількість пристроїв які можна контролювати з одного додатку, а отже і одного мобільного телефона є необмеженою [19, 20].

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

3. РОЗГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ

На разі існує кілька популярних в Україні брендів, які в основному спеціалізуються на виготовленні та продажі систем чи пристроїв автоматизації. Таке забезпечення використовується в різних сферах, таких як концепції «розумний будинок», системи охорони, побутова автоматизація, промислова автоматизація.

3.1. Relay Jeweller та WallSwitch Jeweller бренду Ajax

Ajax Systems — це міжнародна технологічна компанія та найбільший в Європі розробник і виробник систем безпеки Ajax з можливостями для розумного дому. Вона створила цілу екосистему, що складається з пристроїв, мобільних і десктопних додатків, а також серверної інфраструктури. Лінійка Ajax має власний центр керування зі своєю операційною системою Malevich, датчики руху та відчинення, датчики виявлення пожежі та затоплення, вуличні та домашні сирени, тривожну кнопку з функцією керування пристроями, та пристрої автоматизації. Ajax Systems розробила багато власних технологій, таких як радіопротоколи Jeweller і Wings, алгоритми LISA, SmartDetect, HazeFlow, технологію JetSparrow, і має 38 патентів на винаходи та дизайн. Мобільні та десктопні додатки забезпечують віддалений доступ до системи, дозволяючи керувати та моніторити безпеку будинку або офісу з будь-якої точки світу. Завдяки інтеграції з іншими системами розумного дому їх пристрої підтримують роботу з такими системами, як Google Home, Amazon Alexa, що дозволяє створювати комплексні рішення для автоматизації та безпеки. Є широкий спектр пристроїв та функцій, які легко додаються у вже налаштовані системи Ajax.

Компанія була заснована у 2011 році в Києві, Україна. Засновником компанії є Олександр Конотопський. Історія компанії розпочалася з ідеї створення надійної та зручної системи безпеки для дому та офісу, яка б

						КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25

відповідала найвищим стандартам якості та безпеки. А її першими продуктами стали датчики руху та системи безпеки, які швидко здобули популярність завдяки своїй надійності та простоті використання. Основний фокус постає на питанні створення інноваційних рішень для безпеки та автоматизації.

Так себе визначає сама компанія: «Наша місія — боротися зі злом, створюючи найкращі пристрої безпеки та автоматизації. Ми захищаємо домівки та підприємства й віримо, що безпека має бути доступною для кожного» [21].

Ajax Systems розробляє широкий спектр пристроїв для систем безпеки та розумного дому. Наприклад основними компонентами системи є центральні блоки керування, або їх ще називають хабами (Hub), вони координують роботу всіх інших підключених пристроїв. Також є різного виду датчики руху, відчинення, затоплення, пожежні, та навіть датчики розбиття скла; внутрішні та зовнішні сирени; тривожні кнопки та брелоки; камери та інші компоненти автоматизації.

Для керування подачею напруги компанія має 2 види реле:

1. Relay Jeweller (див. рис. 3.1) – реле безпроводне з безпотенційним сухим контактом;
2. WallSwitch Jeweller (див. рис. 3.2) – силове безпроводне реле.

Relay Jeweller – має мале електроспоживання, гальванічна розв'язка підвищує безпеку схеми. Можна використовувати як в низьковольтних так і у високовольтних мережах. Більше характеристик приведено в таблиці 3.1.



Рис. 3.1. Relay Jeweller реле компанії Ajax Systems [21]

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 3.1. Технічні характеристики до Relay Jeweller

Класифікація	Блок релейний радіоканальний
Тип пристрою	Бездротовий
Спосіб встановлення	В щит або з'єднувальну коробку
Сумісність	Працює лише з хабами та ретрансляторами компанії Ajax
Виконавчий елемент	Електромагнітне реле
Строк служби реле	200 тис. вмикань
Захист щодо напруги	Макс. – 36,5 В; мін. – 6,5 В
Макс. Струм навантаження	5 А за 24 В; 13 А за 230 В
Захист щодо макс. Температури	>65°C у місці встановлення
Функція лічильника електроенергії	Немає
Живлення	7-24 в dc
Режим роботи	Імпульсний, Бістабільний
Стан контакту	NC, NO
Тривалість імпульсу	1-255 с.
Діапазон робочих температур	Від -20°C до +64°C
Допустима вологість	До 85%
Клас захисту корпусу	IP20
Розміри	39x33x18 мм
Вага	25 грам

Особливості цього пристрою є технологія безпеки пристроїв Jeweller розроблена самою компанією Ajax Systems. За допомогою неї йде взаємозв'язок реле з системою безпеки Ajax з дальністю до 1000 метрів за умови відсутності перешкод. Вона полягає у використанні фреймів для радіо-протоколів, який синхронізує сеанси зв'язку пристроїв. Ідентифікує їх для унеможливлення підробки та шифрування для захисту від крадіжки даних. Також ще однією не дуже популярною але корисною функцією є «Антисаботаж», яка повідомляє про спроби приглушити систему безпеки.

Рекомендовані значення напруги для Relay — 12 В і 24 В. Підключення і налаштування реле здійснюється за допомогою мобільного застосунку Ajax Security System для ОС Android та iOS. Реле необхідно під'єднати до живлення після цього розпочати у мобільному застосунку процедуру додавання пристрою. Керування відбувається через мережу Wi-Fi та резервний канал в разі відсутності основного, може бути GSM.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3.2 U-Prox Relay AC від бренду Integrated Technical Vision Ltd

[22]

Ще однією компанією яка розробляє компоненти дистанційного управління для систем «розумний будинок» є Integrated Technical Vision Ltd (ITV Ltd) – це українська компанія, що була заснована у 1993 році, та яка спеціалізується на розробці та виробництві обладнання та програмного забезпечення для систем управління доступом і безпеки. Наразі компанія має декілька десятків різноманітних пристроїв таких як зчитувачі, хаби, власне ПО, системи відеоспостереження, сигналізації, біометричні системи, безконтактні системи, додатки для мобільних телефонів. Завдяки якості своїх продуктів вона швидко стала одним з провідних виробників цих продуктів в Україні.

Однією з лінійок продуктів компанії є бренд U-prox який вміщує в себе як звичайні компоненти так і силові реле. Особливістю U-prox є декілька технологічних функцій:

1. Комплексна система захисту «Anti-Sabotage», яка запобігає втручанню зломисників у роботу системи та автоматично надсилає сигнал тривоги у разі виявлення несправності.
2. «Anti-vandal protection». Тобто кожен пристрій оснащений тамперним перемикачем, який запобігає несанкціоновані відкриття та відрив пристрою від поверхні. При спрацюванні тампера пристрій сигналізує про це.
3. Захист від підміни даних та пристроїв гарантує, що кожен пристрій U-Prox має унікальний ідентифікаційний номер у вигляді серійного номеру чи GID, як і кожен пакет даних що передається містить в собі свій GID та ідентифікаційний номер для запобігання фальсифікації даних, повторній передачі даних чи підміні пристрою.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Функція резервного зв'язку, при відсутності основного сигналу Wi-Fi, який є в пріоритеті в таких пристроях, тривоги надсилаються через допоміжний канал з'єднання GSM/GPRS.
5. Захист від знеструмлення досягається за наявності в панелі управління пристроями літій-іонного акумулятора ємністю 2500 мАг. При відсутності основного живлення така панель може функціонувати протягом 24 годин.
6. Дальність роботи пристроїв сягає до 4800 метрів у зоні прямої видимості.
7. Автоматичне регулювання потужності в залежності від рівня передачі сигналу максимально до 20 мВт.

Один із пристроїв для автоматизації, що випускає U-Prox є силове реле U-Prox Relay AC (див. рис. 3.3) – бездротове реле, призначене для дистанційного керування електроживленням приладів. Пристрій підключається до панелі керування MP control і налаштовується за допомогою мобільного додатка U-Prox Installer []. Детальніші характеристики наведені в таблиці 3.3.

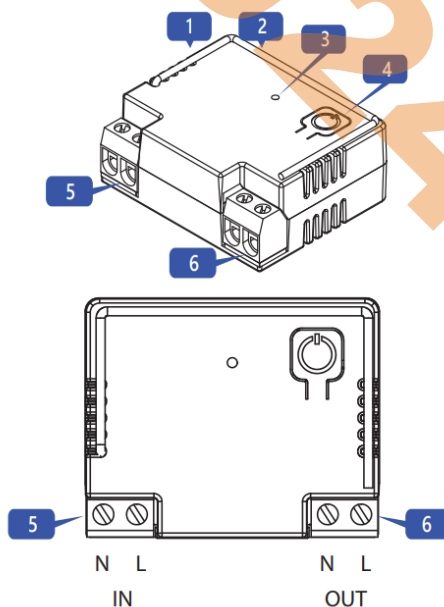


Рис. 3.3. U-Prox Relay AC силове реле. 1- корпус пристрою; 2- антена; 3- світлодіодний індикатор; 4- кнопка вкл/викл; 5- вхід контактів живлення; 6- вихід контактів живлення. [22]

Таблиця 3.3. Технічні параметри U-Prox Relay AC.

Вихідні параметри	10 А, 250 В максимум
Кількість спрацювань	До 100 тисяч
Живлення	110-250 В АС, 50-60 Гц
Режим роботи	Імпульсний, тригерний (бістабільний)
Затримка спрацювань	До 5 секунд
Комунікація	Двостороння, шифрована, з визначенням глушіння. Ключ шшифрування – 256 біт
Діапазон робочих температур	-10°C ... +55°C
Габаритні розміри	44x36x19,4 мм
Вага	55 грамів

3.3 Sonoff DUALR3 від компанії Sonoff [23]

Це бренд, під яким випускається широкий асортимент гаджетів для розумного будинку. Компанія дає змогу звичайній людині налаштувати свій розумний будинок без спеціальних знань та навичок. Доступні, функціональні та високотехнологічні продукти вже завоювали довіру багатьох користувачів. Завдяки Sonoff зробити звичайні побутові пристрої розумними стало простіше, ніж будь-коли. Програмне забезпечення підтримується на Android і iOS та має багатомовну підтримку. Використовуючи додаток, можна віддалено керувати своїм будинком і різними побутовими приладами з будь-якої точки світу.

Під брендом Sonoff випускаються такі пристрої, як Wi-Fi реле і димери для віддаленого управління, моніторингу споживання, вимірювання показників зовнішнього середовища та керування на основі цих даних. Розумні сенсорні перемикачі світла дозволяють віддалено стежити за освітленням в домі і керувати ним, а також автоматизувати деякі повсякденні

завдання за допомогою сценаріїв. IP-камери забезпечують відеоспостереження та охорону оселі. Sonoff сумісний із сервісами Amazon Echo, Google Home, Google Nest. Sonoff — це бренд, який спеціалізується на розробці та виробництві гаджетів для розумного будинку. Бренд належить компанії ITEAD Studio, заснованій у Китаї. Пристрої що вони випускають базуються на чіпах ESP8266 та ESP8285, завдяки чому вони стали дуже популярним у сфері DIY електроніки (Do it yourself).

Sonoff DUALR3 (див. рис. 3.4) - це модуль інтелектуального двох-канального реле Wi-Fi для прихованого монтажу, який встановлюється за будь-яким стандартним вимикачем для бездротового дистанційного керування з мобільних пристроїв або голосових команд [23]. Детальніші технічні характеристики наведено нижче в таблиці 3.4. Додаток за допомогою якого відбувається керування не тільки цим модулем а й усією продукцією для автоматизації Sonoff називається eWeLink Smart Home.

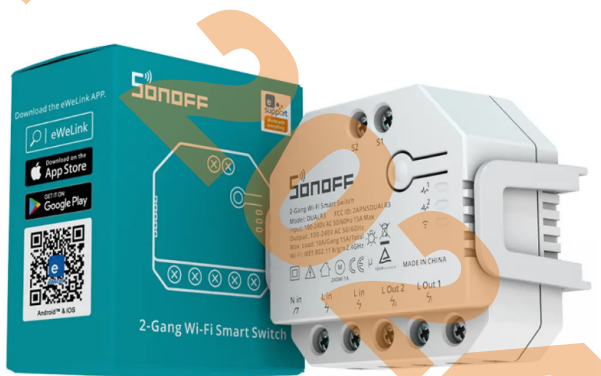


Рисунок 3.4 –DUALR3 модуль 2-х канального силового реле від компанії Sonoff [23].

Таблиця 3.4. Технічні параметри даного модуля

Вхідні значення	100-240 В АС, 50/60 Гц, 15 А максимум
Вихідні значення	100-240 В АС, 50/60 Гц
Резистивне навантаження	2200 Вт/10 А на один вихід; 3300 Вт/15А в загальному
Робочі температури	Від -10°C до +40°C
Габаритні значення	54x49x24 мм

Має три режими роботи:

1. Режим перемикання – незалежне керування двома вихідними навантаженнями;
2. Режим двигуна – використовується для чотирьох-провідних трубчастих двигунів, наприклад для рулонних штор;

Режим вимірювання – в цьому режимі реле постійно працює і сконцентровано на вимірюванні потужності. Дану функцію моніторингу енергії можна використовувати для визначення точного енергоспоживання підключених пристроїв. В цьому режимі навантаження електроприладів, підключених до DUALR3, завжди буде залишатися включеною, і стан його реле не буде змінено в додатку або додатковому перемикачі, використовуваному тільки для відстеження та вимірювання потужності [23].

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

4. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Загальні зауваження

Згідно технічного завдання, основною метою кваліфікаційної бакалаврської роботи є проектування універсального пристрою дистанційного керування силовим елементом модуля реле. Прилад повинен живитись від мережі напругою $220 \text{ В} \pm 10 \%$, частотою $50 \pm 1 \text{ Гц}$ та забезпечувати дистанційне керування, насамперед, побутовими приладами, такими як холодильник, обігрівач, кондиціонер, тощо в 4-х каналному режимі. Окрім того, дана розробка є наглядним прикладом алгоритму створення невеликої автоматизованої системи віддаленого керування та опису взаємодії з IoT пристроями.

4.2 Синтез структурної схеми

У відповідності із вимогами ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 [24], на структурній схемі наводять усі основні функціональні частини виробу (елементи, пристрої, функціональні групи) та основні взаємозв'язки між ними.

Для даного пристрою основними частинами є:

1. Мікроконтролер з розробленою спеціальною прошивкою, який буде служити для отримання, обробки даних, та надсилання керуючих сигналів у залежності від поставлених умов роботи;
2. Модуль реле, яке буде керувати навантаженням шляхом комутації мережі живлення напругою 220 В ;
3. Додаток на смартфон, який виконує роль інтерфейсу для взаємодії користувача з мікроконтролером;
4. Блок живлення для мікроконтролера.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Отже враховуючи це, схема електрична структурна наведена на рис.

4.1. та в додатку [1]

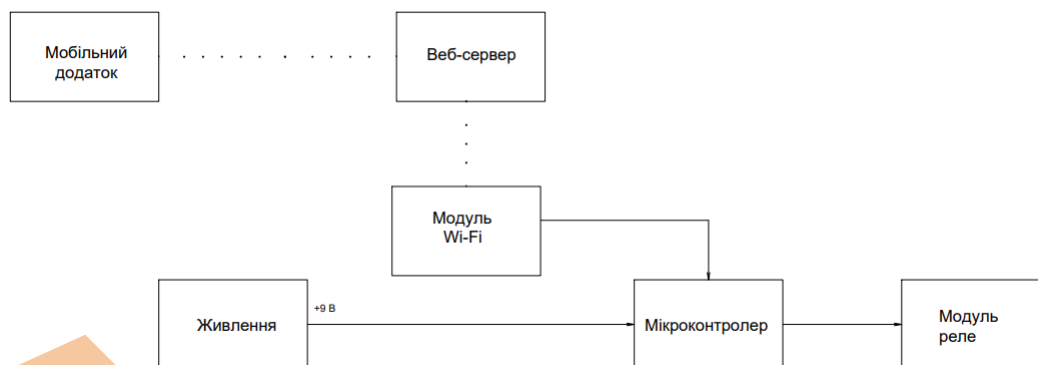


Рис. 4.1. Схема електрична структурна

4.3 Вибір елементної бази для розробки приладу

Плата Node MCU-32S побудована на базі чіпу ESP32, компанією Anxinke Technology. Двома ядрами процесору можна керувати окремо один від одного. Діапазон регулювання тактової частоти від 80МГц до 240 МГц, підтримка RTOS. На цій платі також вмонтований Wi-fi+Bluetooth модуль з низьким енергоспоживанням. Операційна система ESP32 — LwIP freeRTOS з апаратним прискоренням 1.2. Чіп також підтримує оновлення OTA encryption, що дозволяє користувачам легко продовжувати оновлення після випуску продукту. На рисунках 4.2 та 4.3 зображено вигляд плати та її розпіновка відповідно. []

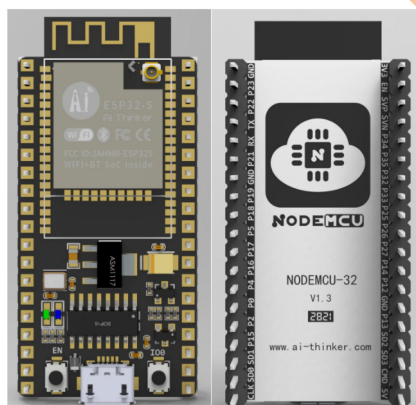


Рис. 4.2. вигляд плати Node MCU [25]

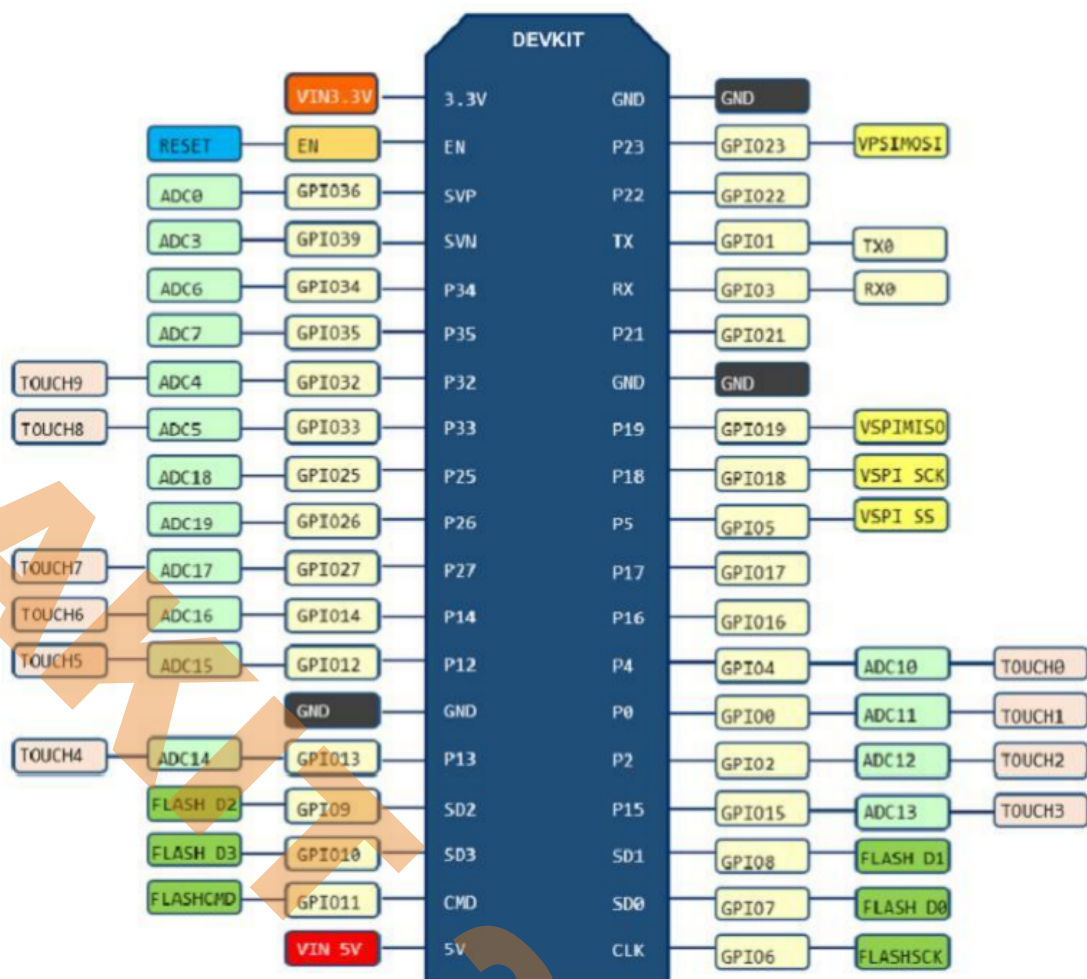


Рис. 4.3. розпіновка плати Node MCU-32s [25]

З рисунка видно що до плати підключено 38 виводів, в додатку [2] приведено таблицю, з детальним описом кожного піна та інтерфейс, що до нього під'єднаний. В таблиці 4.1 Наведено короткі технічні характеристики цієї плати.

Таблиця 4.1 – Короткі технічні та електричні характеристики плати [25]

Живлення через Micro USB	5v pin – min\max 4.75-5,25 V
Живлення через БП	5v, 3v – max 3.6v, 500 mA
Робоча температура	-20°C – +70°C
Робоча частота модуля Wi-Fi	2400-2483.5 MHz
Тип антени	PCB antenna/IPEX external antenna
Підтримувані інтерфейси	UART/SPI/SDIO/I2C/PWM/I2S/IR/ADC/DAC
Габарити	25.4 x 48.3 x ±0.2 мм

Беручи до уваги вище сказане можна зауважити, що ця плата підходить для цієї розробки. Вона малогабаритна, в ній вбудований модуль Wi-Fi, та, навіть, резервний канал бездротового зв'язку у вигляді модуля Bluetooth.

В якості пристрою комутації електричного кола навантаження вибрано оптоелектронне реле МOC3082. Вони безшумні та мають більший термін придатності на відміну від простих механічних реле. Повний список компонентів для його збірки такий:

1. Оптосимістор;
2. Симістор;
3. 2 резистора для зменшення струму на симісторі
4. Резистор та конденсатор для перешкодження викиду напруги та безпечного виключення симістору;
5. 1 світлодіод та резистор до нього, як візуальний показник подання струму на модуль реле.

4.4 Синтез схеми електричної принципової та розрахунок параметрів необхідних компонентів

В додатку 3 наведено схему електричну принципову пристрою, що розробляється в даній бакалаврській роботі. Її можна розбити на декілька частин. На рисунках 4.4, 4.5, 4.6 наведено плату пристрою віддаленого керування виконавчими елементами, одного каналу релейного модуля та схему електричну принципову блоку живлення мікроконтролера, відповідно.

Відомості про плату даної розробки наведено вище (пункт 4.3). Додатковим (не зазначеним в попередньому пункті) параметром є струм споживання плати при включеному обміні даними по Wi-Fi:

;

На рисунку 4.4 зображено плату на базі чіпсета ESP32-s, до якого під'єднано живлення 5 В та конденсатор C_3 між проводом живлення та спільним проводом для фільтрації завад.

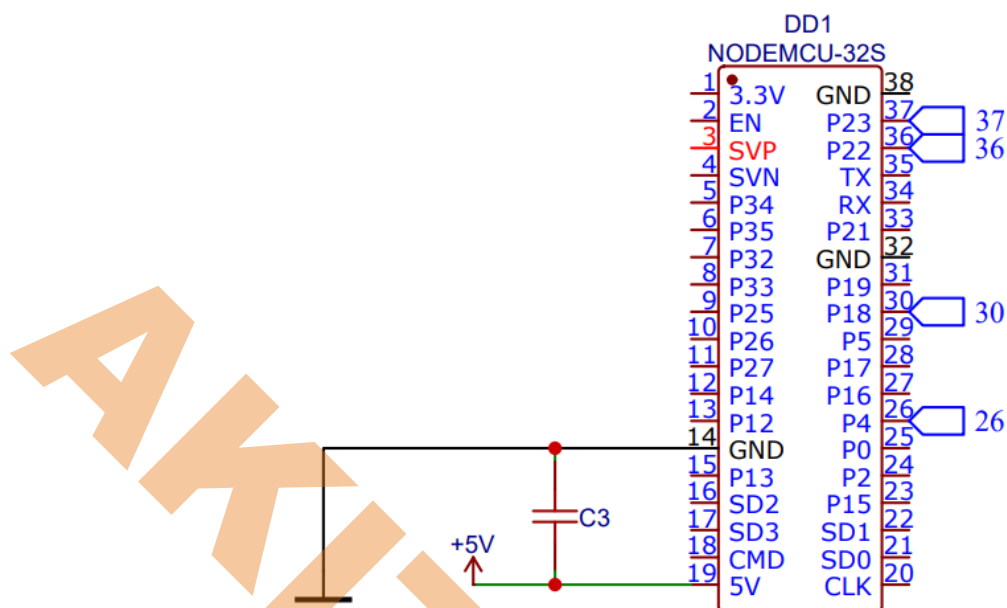


Рис. 4.4. Плата NODE MCU

Виводами 26, 30, 36 та 37 позначено керуючі виводи на канали твердотільного модуля реле, подані на оптосимістор.

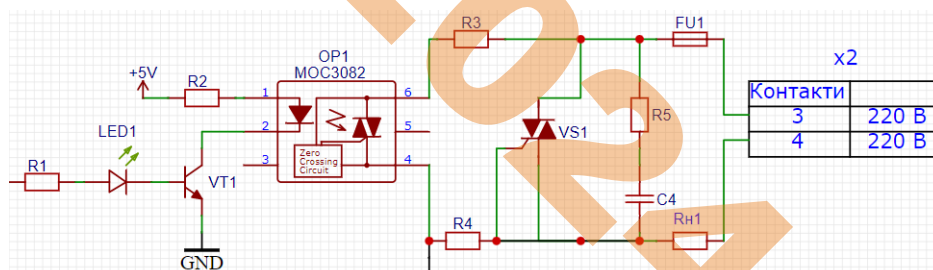


Рис. 4.5. Схема електрична принципова каналу модуля оптореле.

Модуль оптореле складається з двох основних елементів, а саме, оптосимістора MOC3082 та симістора VS1 типу BT139-600G0Q (див. таблицю 4.2 для технічних параметрів). Суттєвою перевагою даного безконтактного комутуючого пристрою над звичайним електромеханічним реле є відсутність електричних контактів. Оптореле добре взаємодіють з мікроконтролерами, адже для спрацювання світлодіода достатньо малопотужного сигналу керуючого пристрою, яким, в даному випадку, є

5. $FU1 = 2 \text{ A}$.

Значення номінального струму плавкого запобіжника, в залежності від необхідності, можна змінювати в межах до 16 А, що дозволяє використовувати різне навантаження в кожному з чотирьох каналів реле. Зокрема, в даному пристрої передбачена комутація навантаження із максимальним значенням сили струму, в залежності від каналу, 2 , 4 , 8, та 12 А.



Рис. 4.6. Оптопара з симісторним виходом MOC3082 [26]



Рис. 4.7. Симістор BT139-600G0Q [27]

На рисунку 4.8 наведено схему електричну принципову блоку живлення, який складається з трансформатора, діодного моста, 2 конденсаторів електричного згладжуючого фільтра та стабілізатора напруги 78L05-T.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.2 Технічні параметри стабілізатора L7805CV [28].

Вхідна напруга	Для вихідної напруги $V_{out} = 5$ to 18, $V_{in} = 35$; $V_{out}=20-24$, $V_{in} = 40$
Вихідний струм	0,5 – 1 А
Робоча температура	0°C – +150°C

Згідно величини необхідного номінального струму, для даної схеми можна застосувати, наприклад, діодний міст RS207, представлений на рисунку 4.8, електричні параметри якого наведено в таблиці 4.3.

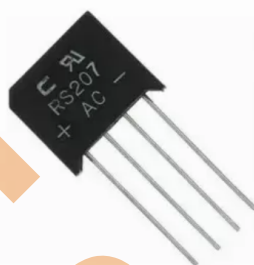


Рис. 4.10. Діодний міст RS207[29]

Таблиця 4.3. Технічні параметри діодного моста RS207

Зворотня напруга на діодах	1000 В
Максимальна RMS напруга	700 В
Максимальний прохідний струм	2 А
Діапазон робочих температур	-65°C - +125°C

Згідно вищенаведених параметрів проводять розрахунок або підбір трансформатора за наступним алгоритмом.

Визначають струм вторинної обмотки:

$$I_2 = 1,5 * I_{max} \tag{4.2}$$

де I_2 – струм вторинної обмотки, А. В даному випадку

$$I_2 = 1,5 * 0,460 = 0,69 \text{ А}$$

Потужність, яку споживає діодний міст від вторинної обмотки трансформатора:

$$P_2 = U_2 * I_2, \quad (4.3)$$

де U_2 – напруга на вторинній обмотці трансформатора, В. Для даного пристрою

$$P_2 = 10 * 0,69 = 6,9 \text{ Вт}$$

Необхідна потужність трансформатора:

$$P_{\text{ТД}} = 1,25 * P_2, \quad (4.4)$$

де число 1,25 взято в якості запасу значення. Для даного трансформатора

$$P_{\text{ТД}} = 1,25 * 6,9 = 15,5 \text{ Вт}$$

Значення сили струму в первинній обмотці:

$$I_1 = \frac{P_{\text{ТД}}}{U_1}, \quad (4.5)$$

де U_1 – напруга на первинній обмотці трансформатора = 220В.

$$I_1 = \frac{15,5}{220} = 0,07 \text{ А}$$

Визначаємо необхідну площу перетину осердя магнітопроводу:

$$S = 1,3 * P_{\text{ТД}} \quad (4.6)$$

$$S = 1,3 * 15,5 = 20,15 \text{ мм}^2$$

Визначаємо число витків на первинній обмотці трансформатора:

$$w_1 = 50 * \frac{U_1}{S} \quad (4.7)$$

$$w_1 = \frac{50 * 220}{20,15} \approx 546 \text{ витків}$$

Визначаємо число витків на вторинній обмотці трансформатора:

$$w_2 = 55 * \frac{U_2}{S} \quad (4.8)$$

$$w_2 = \frac{55 * 10}{20,15} \approx 25 \text{ витків}$$

Для визначення діаметру проводу обмоток трансформатора використовуються значення, наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Струм обмотки, I, мА	<25	25-60	60-100	100-160	160-250	250-400	400-700	700-1000
d, мм	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6

4.5 Налаштування мобільного додатку BlynkApp

Мобільний додаток потрібен для взаємодії користувача з системою та керування нею віддалено за допомогою віртуальних кнопок. Алгоритм роботи з додатком такий:

1. Спочатку користувач встановлює додаток Blynk на свій телефон або планшет через Play market або App Store (див. рис. 4.11);
2. Після реєстрації в додатку, потрібно створити проект та під'єднати свою плату розробки (див. рис. 4.12);
3. У створеному проекті є вікно інтерфейсу, де потрібно додати різні елементи взаємодії та моніторингу, такі як кнопки, графіки, слайдери, дисплеї тощо (див. рис. 4.13);
4. Кожен зі створених елементів потрібно прив'язати до віртуальних або фізичних виводів пристрою;
5. Всі інші налаштування відбуваються безпосередньо за допомогою коду програми.

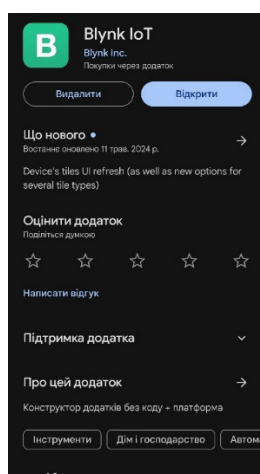


Рис. 4.11. Вигляд сторінки програми Blynk в Play Market

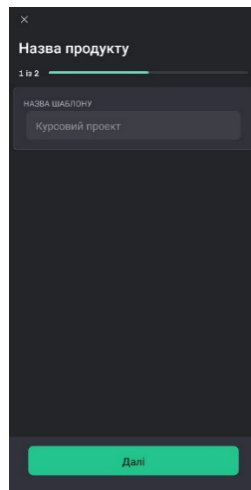


Рис. 4.12. Створення свого проекту

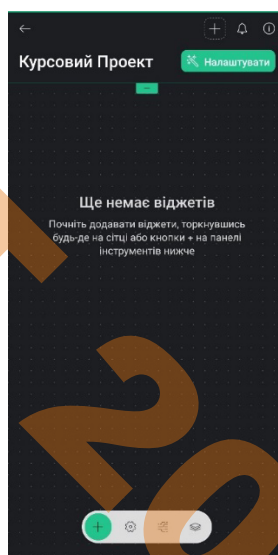


Рис. 4.13. Зображення інтерфейсу у створеному проекті

Для додавання елементів взаємодії, потрібно у нижньому полі натиснути клавішу «+», і у відкритому вікні обрати необхідні компоненти. Для цього проекту було вибрано 4 кнопки з режимом переключення та 4 індикатори (див. рис. 4.14).

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

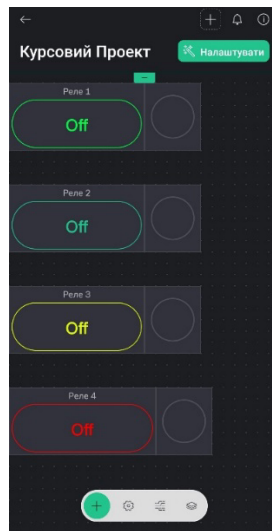


Рис. 4.14 Вигляд інтерфейсу з доданими компонентами

За допомогою інструментів додатка Vlynk можна легко налаштувати зовнішній вигляд необхідних компонентів, як от: їх колір, розмір та надпис. Кожна з кнопок (елемент Button) буде регулювати включення, виключення кожного каналу нашого модуля реле. Індикатори (елемент LED) відповідають елементам LED1-4 на схемі електричній принциповій та виконують роль візуалізації для того, аби було зрозуміло чи включене реле. Після візуального налаштування переходимо до присвоєння віртуальних виводів для цих компонентів (див. рис. 4.15).

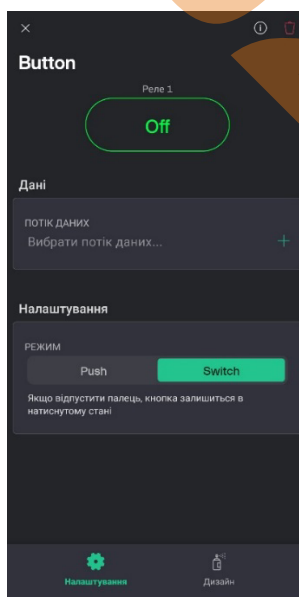


Рис. 4.15. Інтерфейс додавання виводів до елемента Button1

У полі «Дані» потрібна натиснути клавішу «+» та створити віртуальні піни на які будуть посилатись наші елементи. В подальшому номери цих віртуальних виводів будуть прив'язані до фізичних виводів плати через код програми та бібліотеки Blynk. Аби приєднатись одразу до фізичних виводів (цифрових чи аналогових пінів) потрібно скористатись веб-сервером Blynk[]. Також на цьому сервері можна обрати наявну плату розробки та метод підключення до неї, через Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet чи по USB до персонального комп'ютера на якому відкритий цей сервер.

Опис програмного забезпечення для роботи з пристроєм

Середовищем для програмування було обрано Arduino IDE, через її доступність, та наявність всіх потрібних для роботи бібліотек

Для початку потрібно встановити бібліотеки для роботи з платою розробки Node MCU та серверами Blynk, а також обрати плату основною у «інструменти/плата. Після чого вписати код:

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
```

Для забезпечення взаємодії плати Node MCU та серверів Blynk потрібно в перших рядках коду вписати Id, назву проекту створеного в додатку Blynk або в браузері, та токен авторизації. За допомогою них сервери Blynk знаходять серед багатьох пристроїв саме ваш та підключаються до нього.

Ось три рядки авторизації в кодї:

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL4BqvpRSHq"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Курсовий проект"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN " Gp6OxmCEb1ufeRqqPzILfWQx3IgeXBbt "
```

Після потрібно задати логін та пароль мережі Wi-Fi до якої буде підключатись плата:

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

```
char ssid[] = "Назва мережі";
```

```
char pass[] = "Пароль мережі";
```

У розділі «void setup()» потрібно вписати таку команду:

```
void setup()  
{  
  Debug console  
  Serial.begin(115200);  
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);  
}
```

В розділі «void loop()» команду для завантаження blynk:

```
void loop()  
{  
  Blynk.run();  
}
```

Повний код описаний в додатку [4].

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Завдання даної кваліфікаційної бакалаврської роботи - розробка універсального пристрою віддаленого керування.

В роботі розглянуто види та типи автоматизованих та автоматичних систем, їх переваги та недоліки. Наведено 4 способи бездротового зв'язку, які в сучасності є актуальними для віддаленого керування об'єктами різного характеру, типові галузі їх застосування. Розглянуто технології «Internet of things», які на сьогодні є основою для систем дистанційного керування. Наведено теоретичні відомості та методи застосування цих технологій.

Проаналізовано існуючі аналоги пристроїв для віддаленого керування, які використовують різні способи бездротового зв'язку, наведена їх порівняльна характеристика.

Розроблено схему електричну структурну та схему електричну принципову власного варіанту універсального пристрою віддаленого керування. Його особливостями є:

- керування за допомогою мобільного додатку VlynkApp;
- пристрій побудований з використанням сучасної плати Node MCU-32s;
- наявність 4 каналів, які одночасно можуть керувати кожен окреме навантаження;
- модуль оптоелектронного реле, виконаний на базі оптосимістора, забезпечує гальванічну розв'язку;
- дистанція керування необмежена, але потребує наявності інтернет-з'єднання мобільного телефона.

Основні технічні характеристики розробленого пристрою:

- живлення від мережі змінного струму напругою $220\text{ В} \pm 10\%$;
- підключення до серверів Vlynk за допомогою вбудованого Wi-Fi модуля плати Node MCU 32-s;

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- комутація керованого навантаження в мережі живлення напругою 220 В із максимальним струмом споживання 16 А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сільвестров А.М. Островерхов М.Я., Шефер О.В., Ладік Н.А., Зіменков Д.К. Системи автоматичного керування технологічними комплексами: навчальний посібник. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. – 466 с.
2. Класифікація систем автоматичного керування. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://studfile.net/preview/5193690/page:3/>.
3. Принципи керування та їх порівняльна характеристика. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://studfile.net/preview/5193690/page:4/>.
4. Система програмного керування. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://studfile.net/preview/9061562/page:3/>.
5. Загальні відомості про системи автоматичного управління. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://studfile.net/preview/8829456/page:36/>.
6. Автоматичне керування. [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Автоматичне_керування.
7. Чистяков, В. А. Аналіз технологій бездротової передачі даних / В. А. Чистяков, Б. Є. Миктибаєв, А. Б. Жанбеков // Журнал наукових і прикладних досліджень. - 2016. - №1. - С. 166-169.
8. What is GPRS? Meaning, working, advantages and applications. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://www.spiceworks.com/tech/networking/articles/what-is-gprs/>.
9. SGSN, GGSN – 2G/3G Network Architecture and interfaces. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://mobilepacketcore.com/gprs-network-architecture/>.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

10. Технологія Bluetooth. . [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://wiki.cusu.edu.ua/index.php/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_Bluetooth.
11. Жураковський Б. Ю. Технології інтернету: Навч. Посіб. / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів. – К.: НАУ, 2021. – 271 с.
12. Основні поняття Інтернету речей. Складові майбутнього інтернету. [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://e-tk.lntu.edu.ua/pluginfile.php/20157/mod_resource/content/0/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%201.%20%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%96%20%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%82%D1%82%D1%8F%20%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%83%20%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%B8%CC%86.%20%D0%A1%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%20%D0%BC%D0%B0%D0%B8%CC%86%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%83.pdf.
13. Aleksander Ostenda, Tetyana Nestorenko. DIGITALIZATION AND INFORMATION SOCIETY. SELECTED ISSUES. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.wydawnictwo.wst.pl/uploads/files/8b03138919e2513e3eb7df528f532ecc.pdf>.
14. Передача даних в архітектурі IoT: MQTT. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://edu.asu.in.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=116>.
15. Браїловський В.В., Рождественська М.Г. Багатоканальні системи передачі інформації. – Навчальний посібник – Чернівці: Чернів. нац. ун-т, 2017. – 140с.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- 16.Сервіс Blynk. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://oxorona.com/blynk/>.
- 17.Blynk documentation. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://docs.blynk.io/en>.
- 18.Cayenne IoT cloud quick start guide. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://ncd.io/blog/cayenne-iot-cloud-quick-start-guide/>.
19. RemoteXY. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://remotexy.com/en/help/>.
- 20.Virtuino. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://oxorona.com/virtuino/>.
- 21.Ajax Systems. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://ajax.systems/ua/>.
- 22.U-prox systems. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://security.u-prox.systems/u-prox-relays-en/>.
- 23.Sonoff Dual R3. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
https://eclipse.in.ua/index.php?route=product/product&path=79&product_id=496.
- 24.ДСТУ ГОСТ 2.702:2013. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=60892.
- 25.Node MCU 32-s. [Електронний ресурс]. – режим доступу: https://docs.ai-thinker.com/media/esp32/docs/nodemcu-32s_product_specification.pdf.
- 26.Оптопара оптрон МОС3082. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://radiostore.com.ua/ua/p1307115611-optopara-optron-moc3082.html>.
27. Симістор BT139-600G0Q. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/bt139-600-0q.html>.

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

28. L7805CV Datasheet. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
https://download.siliconexpert.com/pdfs/2018/10/4/16/28/20/398453/st_nual/178.pdf.

RS207 Datasheet. [Електронний ресурс]. – режим доступу:
<https://electronoff.ua/good/diodnyj-most-rs207-2a-1000v.php>

АКІТ
2024

АКІТ

					КБР.АКІТ.20050046.01.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



АКТИТ

ДОДАТКИ

2014

АКТИТ