

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра кібербезпеки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Чорненського Святослава Віталійовича

на здобуття ступеня вищої освіти Бакалавра

Апаратне забезпечення системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення (в складі комплексного дипломного проєкту “Система моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення”)


Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 123 – Комп’ютерна інженерія

Освітня програма Програмування та захист комп’ютерних систем і мереж

Шифр КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ

Виконав студент 4 курсу група КІ1-20-1  Святослав ЧОРНЕНЬКИЙ

Керівник канд. техн. наук, доцент  Юрій КЛЬОЦ

Нормоконтролер старший викладач  Сергій МОСТОВИЙ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри кібербезпеки  Юрій КЛЬОЦ

18 06 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Інформаційних технологій
Кафедра Кібербезпеки
Рівень вищої освіти Бакалавр
Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія
Освітня програма Програмування та захист комп'ютерних систем і мереж

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри кібербезпеки

Юрій КЛЬОЦ 

15 лютого 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Чорненькому Святославу Віталійовичу

1 Тема роботи Апаратне забезпечення системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення (в складі комплексного дипломного проекту “Система моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення”)

Керівник роботи к.т.н., доц. Кльоц Ю.П.

Затверджено наказом ректора університету від 15 лютого 2024 № 8

2 Строк подання студентом кваліфікаційної роботи на кафедру 1.06.2024р.

3 Вихідні дані до роботи спроектувати та реалізувати апаратну складову системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення. Вибрати апаратні засоби для реалізації проєктованої системи. Обґрунтувати технічні рішення та підходи по вимірюванню відповідних контрольованих параметрів. Відкалібрувати відповідні компоненти системи, що забезпечують вимірювання контрольованих параметрів.

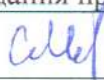
4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Засоби побудови пристрою контролю параметрів. Вибір контрольованих параметрів. Вибір апаратної платформи для побудови пристрою. Вибір датчиків та схем їх підключення. Розроблення схеми електричної принципової. Опис розробленого макету пристрою. Тестування роботи та калібрування.

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

Схема структурна; схема електрична функційна; схема електрична функційна підключення USB модуля.

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Мостовий С.В., старший викладач кафедри кібербезпеки		

7 Дата видачі завдання 16 лютого 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вибір і затвердження теми кваліфікаційної роботи	Січень-Лютий	
Ознайомлення з предметною областю	Лютий	
Дослідження існуючих рішень	Лютий	
Постановка задачі	Березень	
Визначення загальних принципів рішення задачі	Березень	
Деталізація принципів рішення задачі	Квітень	
Розробка проєктних рішень	Квітень	
Апробація проєктних рішень	Травень	
Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	Травень	
Оформлення графічної частини	Червень	
Захист КР	Червень	

Студент



Святослав ЧОРНЕНЬКИЙ

Керівник кваліфікаційної роботи



Юрій КЛЬОЦ

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Апаратне забезпечення системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення (в складі комплексного дипломного проєкту “Система моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення”)»

Автор роботи: студент групи КІ1-20-1 Чорненький С.В.

Керівник роботи: к.т.н. доц. Кльоц Ю.П.

Пояснювальна записка: 77 с., 60 рисунків, 1 таблиця, 51 джерело, 3 креслення.

ПЕРЕЛІК КЛЮЧОВИХ СЛІВ: АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ДАВАЧ, МЕРЕЖА, МІКРОКОНТРОЛЕР, ПОКАЗНИК, ПРИСТРІЙ, СИГНАЛ, СИСТЕМА, ESP32.

Метою кваліфікаційної роботи є реалізація пристрою моніторингу кліматичних та електричних параметрів.

Головними завданнями, що були виконані є аналіз потрібних параметрів для забезпечення ефективної та безпечної роботи у серверній (в наслідок чого стали зрозумілими потреби у вимірюванні таких параметрів, як рівень диму, наявність полум'я, рівень напруги та струму, рівень вологості та температури повітря); обрання датчиків, дисплея, зумера для пристрою; обрання пристрою контролю елементами, а саме мікроконтролер ESP32 з платою розробника DevKitv1; детальний огляд контактів мікроконтролера та інших елементів для того, щоб всі елементи пристрою злагоджено та максимально ефективно працювали; під'єднання всіх елементів пристрою згідно їх особливостей; організація з'єднання елементів пристрою; тестування пристрою.

16.06.2024



ANNOTATION

Qualifying work topic: "Hardware for monitoring climatic and electrical parameters of premises (as part of a comprehensive diploma project "System for monitoring climatic and electrical parameters of premises")"

Author: student of group KI1-20-1 Chornenkyi S.V.

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Kliots Y.P.

Explanatory note: 77 pages, 60 figures, 1 table, 51 sources, 3 drawings.

LIST OF KEYWORDS: HARDWARE, SENSOR, NETWORK, MICROCONTROLLER, INDICATOR, DEVICE, SIGNAL, SYSTEM, ESP32.

The purpose of the qualifying work is to implement a device for monitoring climatic and electrical parameters.





The main tasks that have been completed include analyzing the necessary parameters to ensure effective and safe operation in server rooms (resulting in identifying the need to measure parameters such as smoke level, presence of fire, voltage and current level, humidity level, and air temperature); selecting sensors, display, buzzer for the device; choosing a control device, namely the ESP32 microcontroller with the DevKitv1 developer board; a detailed review of the microcontroller pins and other elements to ensure all device components work smoothly and efficiently; connecting all device elements according to their characteristics; organizing the connection of device components; device testing.

16.06.2024



ЗМІСТ

Вступ	3
1 Засоби побудови пристрою контролю параметрів в серверній	4
1.1 Вибір контрольованих параметрів для серверної.....	4
1.2 Вибір давачів для реалізації пристрою контролю параметрів	6
1.3 Постановка задачі	26
2 Розроблення пристрою контролю параметрів в серверній.....	28
2.1 Засоби реалізації пристрої контролю параметрів.....	28
2.2 Опис контактів мікроконтролера	44
2.3 Особливості підключення давачів до контролера.....	55
2.4 Опис схеми електричної принципової.....	59
2.5 Висновки.....	62
3 Налагодження пристрою контролю параметрів в серверній.....	63
3.1 Організація з'єднання елементів пристрою	63
3.2 Опис розробленого пристрою	66
3.3 Тестування розробленого пристрою	68
3.4 Висновки.....	70
Висновки	71
Література	73
Додаток А.....	78

КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Апаратне забезпечення системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення (в складі комплексного дипломного проєкту "Система моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення") Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів	
		Розробив	Чорненький С.В.			13.06.2018	Н	2	77
		Перевірив	Кльоц Ю.П.			18.06.2018			
		Н.контр.	Мостовий С.В.			18.06.2018			
		Затвер.	Кльоц Ю.П.			18.06.2018			
ХНУ, КІІ-20-1									

ВСТУП

Сучасні технології швидко розвиваються, сприяючи впровадженню інноваційних рішень у різні сфери життя. Однією з таких сфер є моніторинг та управління кліматичними та електричними параметрами приміщень. Потреба в подібних системах зростає через прагнення забезпечити комфортні умови для роботи різноманітних пристроїв, підвищити їх продуктивність, шляхом контролю підвищити безпечність роботи з цими пристроями, а також оптимізувати витрати на енергоресурси.

Система моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення дозволяє в реальному часі відстежувати такі показники, як температура, вологість, концентрації різних газів, а також споживання електроенергії. Цю інформацію можна використовувати для оптимізації роботи електричних приладів, контролю рівня температури та вологості у приміщеннях, виявленні підвищення певних газів, що може сповіщати про можливість виникнення пожежі.

Метою даного дипломного проєкту є розробка та впровадження системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення, яка дозволить підвищити безпеку та енергоефективність шляхом автоматичного контролю і можливого регулювання параметрів середовища. В рамках проєкту буде проведено аналіз наявних рішень, вибрано оптимальні технології та методи для збору та обробки даних, а також виконано тестування та оцінка ефективності запропонованого рішення.

Таким чином, цей проєкт сприятиме підвищенню рівня безпеки, зниженню енергоспоживання приміщень.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАСОБИ ПОБУДОВИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ В СЕРВЕРНІЙ

1.1 Вибір контрольованих параметрів для серверної

Аналізувати поставлене завдання потрібно дуже детально і акуратно, щоб не пропустити важливих моментів, які можуть суттєво вплинути на пристрій і зв'язок його з мережею, як наслідок через можливі різноманітні ризики, що витікають з відсутності даних або неточності наявних даних.

Нам потрібно скласти пристрій, що буде визначати напругу і струм, вологість та температуру в кімнаті де буде розташований сервер. Дані будуть виводитись на дисплей та передаватись за допомогою глобальної мережі на смартфон чи комп'ютер власника. На цих пристроях власника дані мають максимально зрозуміло бути подані, щоб можна було все чітко усвідомити. Це є дуже важливим аспектом, бо ці дані є надважливими для підтримки безпечних умов середовища роботи сервера.

Контроль вологості повітря в кімнаті з сервером є критично важливим аспектом в безпечній та надійній його роботі. У першу чергу висока вологість повітря може призвести до корозії металевих компонентів у серверах та іншому обладнанні. Корозія може знизити ефективність та тривалість служби компонентів, що може призвести до аварій та відмов обладнання. Саме цей чинник є суттєво важливим в безпеці та надійності роботи обладнання. Також дуже високі показники вологості можуть призвести до утворення конденсату на внутрішніх компонентах серверів. Конденсація може викликати коротке замикання, що може призвести до серйозних пошкоджень обладнання та втрати даних. Надмірна або недостатня вологість може впливати на ефективність систем охолодження. Неправильна вологість може збільшити енергоспоживання та знизити ефективність охолодження, що може призвести до перегріву обладнання та збільшення ризику відмов. Серверне обладнання працює найкраще в певному діапазоні вологості, який зазвичай становить від 40% до

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

60%. Дотримання цих умов допомагає забезпечити стабільну та надійну роботу обладнання, підвищуючи його продуктивність та тривалість служби. Отже, контроль вологості повітря в серверній кімнаті є ключовим елементом у забезпеченні надійної та ефективної роботи обладнання. Тому контроль вологості повітря може допомогти уникнути багатьох потенційних проблем та зберегти важливе обладнання [1, 2].

Також не менш важливим аспектом є дотримання температури повітря в серверній кімнаті. Серверне обладнання найефективніше працює при певних температурних умовах, зазвичай в діапазоні від 18°C до 27°C. Вища температура може призвести до перегріву компонентів, зниження продуктивності та скорочення терміну служби обладнання. Нижча температура також може вплинути на стабільність роботи систем, знижуючи їх ефективність. Висока температура може призвести до збоїв, коротких замикань та інших технічних проблем, що можуть вплинути на доступність послуг та безпеку даних. Температура повітря важлива для оптимізації холодильної системи сервера, бо неправильна температура може збільшити енергоспоживання систем охолодження та знизити їх ефективність, що в свою чергу може призвести до додаткових витрат та зниження надійності обладнання. Тому контроль температури повітря в серверній кімнаті є ключовим для забезпечення оптимальної роботи обладнання [2, 3].

Наступним важливим моментом є спостереження за рівнем напруги та струму в мережі, до якої підключений сервер. Серверне обладнання працює найефективніше при стабільних умовах. Відхилення від оптимальних значень може призвести до перебоїв в роботі, аварій та пошкоджень обладнання. Спостереження за рівнем напруги допомагає вчасно виявляти та коригувати можливі відхилення, забезпечуючи найвищу продуктивність та довговічність обладнання. Спостереження дає можливість оптимізувати енергоспоживання серверного обладнання, знижуючи витрати на електроенергію. Було б непоганим рішенням ще мати здатність до перегляду динаміки струму та напруги за певні

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проміжки часу, що дало б змогу передбачати потенційні проблеми в електричній мережі, такі як старіння обладнання, перевантаження мережі або некоректний розподіл навантаження [4].

Також можна було б додати датчики диму і полум'я до пристрою. Це б суттєво розширило можливості пристрою та збільшило рівень безпеки у серверній кімнаті. Оскільки однією з основних загроз для серверних кімнат є пожежі, які можуть виникнути в результаті коротких замикань, перегріву чи інших технічних проблем, завчасне виявлення диму чи газу дозволило б вчасно відреагувати та запобігти пожежі. Тому в такому випадку наявність цих датчиків може врятувати обладнання та важливі документи, а також врятувати інше майно та запобігти шкоді людей [5, 6].

1.2 Вибір давачів для реалізації пристрою контролю параметрів

Потрібно вибрати сенсори та різноманітні модулі, що підключатимуться до мікроконтролера для виконання різних функцій (мірвання температури та рівня вологості, струму та напруги і т. д.). На ринку є з чого вибрати залежно від потреб. Вибиратимемо згідно з відповідністю можливостей та ціни.

Почнемо з вибору датчика вологості. Переглянувши доступні нам рішення, виявили відсутність просто окремо датчика вологості. Датчики вологості йдуть в сумісності з датчиком температури. Для нас це є великий плюс, що одразу два датчики в одному модулі. Це зекономить нам місце та кількість проводів. Датчики можна брати голими (тільки самий датчик з 4 контактами) або вже як повноцінний модуль (сам датчик з потрібними нам резисторами, світлодіодом та 3 зручними для з'єднання контактами). Порівняння чисто самого датчика та цілого модуля зображено на рисунку 1.1. Серед усіх датчиків є усього два найпопулярніші та найкращі, а саме DHT11 (рисунок 1.2) та DHT22 (рисунок 1.3). Також є DHT12 (рисунок 1.4), але цей

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

варіант не підходить тому, що він майже не продається і він є незрозумілим проміжним варіантом для обох попередніх датчиків [7].

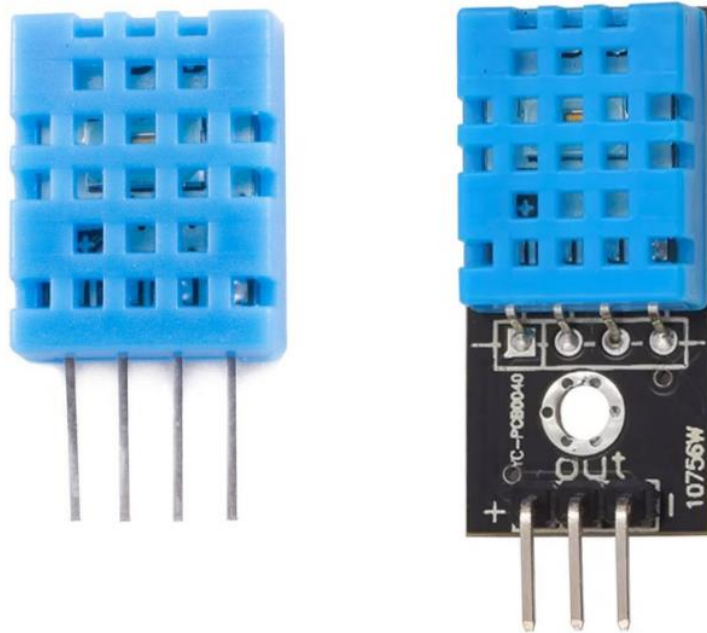


Рисунок 1.1 – Порівняння самого датчика DHT11 та модуля DHT11 (зліва сам датчик, справа модуль)

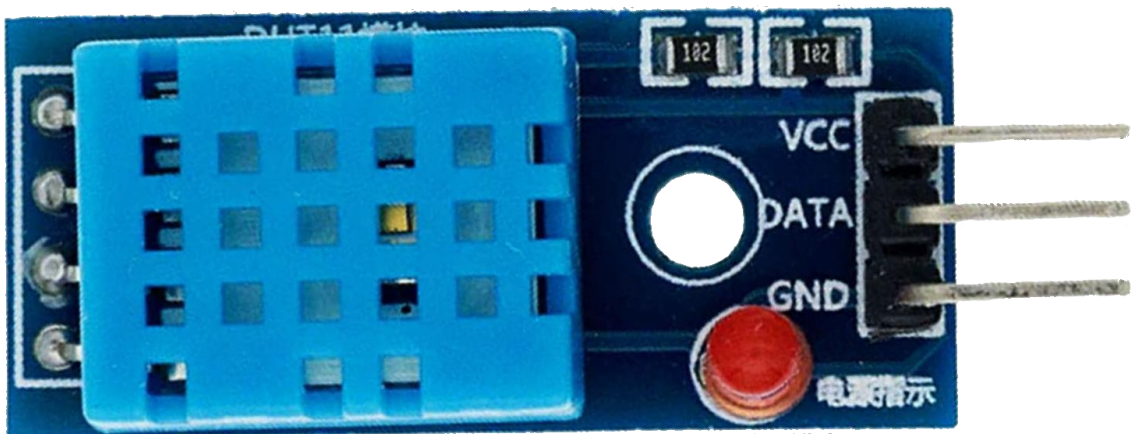


Рисунок 1.2 – Модуль DHT11

DHT11 може вимірювати як температуру, так і вологість. Температурний діапазон зазвичай становить від 0 до 50 градусів Цельсія, а діапазон вимірювання вологості знаходиться приблизно від 20% до 90%. Точність

температури має $\pm 2\%$, а точність вологості $\pm 5\%$. Він має цифровий вихідний сигнал, що дозволяє легко зчитувати дані з нього за допомогою мікроконтролера або одноплатного комп'ютера, такого як Arduino або Raspberry Pi. Також він підходить і для нашого мікроконтролера ESP32. Датчик DHT11 має всього три виводи: VCC (живлення), сигнал та GND (земля). Однак, на відміну від більш дорогих аналогів, таких як DHT22, DHT11 має меншу точність і чутливість. Також, його оновлення даних відбувається кожні 1-2 секунди, що може бути повільним для дуже точних вимірювань [8]. Загалом, датчик DHT11 є чудовим для нас вибором.



Рисунок 1.3 – Модуль DHT22

Датчик DHT22, також відомий як AM2302, є вдосконаленою версією DHT11 і має декілька важливих переваг. Подібно до DHT11, DHT22 може вимірювати температуру і вологість. Однак DHT22 має ширший температурний діапазон, зазвичай від -40 до $+80$ градусів Цельсія, і більш точний діапазон вимірювання вологості, який зазвичай становить від 0% до 100% . DHT22 зазвичай має більшу точність порівняно з DHT11 (точність температури $\pm 0,5\%$, точність вологості $\pm 2\%$). В порівнянні з DHT11, DHT22 зазвичай оновлює дані швидше. DHT22 на противагу DHT11 менше схильний до випадкових помилок або втрати зв'язку. Як і DHT11, DHT22 має простий цифровий вихідний сигнал [9].

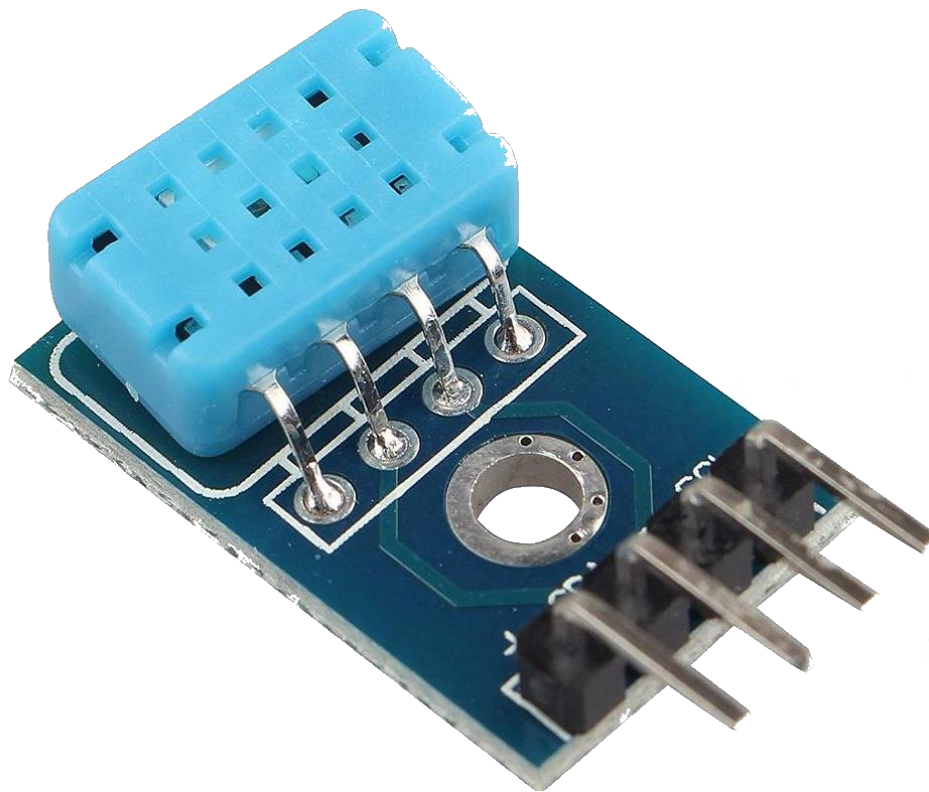


Рисунок 1.4 – Модуль DHT12

Отже, найкращим є датчик DHT22. Проте в нього ціна 170 гривень, а в DHT11 ціна 31 гривня. Тобто можна було б використати його якби була потрібна аж така точність даних. А оскільки нам не потрібно сильно високої точності, нашим вибором буде датчик DHT11. Він в повній мірі задовольнить потреби проекту.

Оскільки, було вирішено додати до проекту ще датчики полум'я та диму для підтримки безпеки, то потрібно буде вибирати ці датчики, а в цьому сегменті є дуже багато датчиків, що можуть нам підійти.

Почнемо з вибору датчика полум'я, набагато простіший вибір ніж датчик диму. На ринку є всього пару нормальних датчиків полум'я. Всі вони працюють за допомогою датчика інфрачервоного випромінювання. В такому випадку ним буде фотодіод, що вимірює силу цього випромінювання.

Перший датчик це KY-026 (рисунок 1.5), а другий датчик не має конкретної назви, тому він буде в нас називатися просто датчиком полум'я (рисунок 1.6).



Рисунок 1.5 – Датчик полум'я KY-026

KY-026 реагує на інфрачервоне випромінювання і найбільш чутливий до довжин хвиль від 760 нм до 1100 нм. Цей датчик вогню має два виходи – цифровий та аналоговий і легко підключається до плат Arduino, або може легко і підключитися до нашого мікроконтролера ESP-32. На платі є 2 світлодіоди – індикації живлення та індикації виходу з компаратора при виявленні вогню. Кут виявлення полум'я складає 60 градусів, дальність виявлення вогню є 1 метр, живиться від напруги в 3-5,5В [10].



Рисунок 1.6 – Просто датчик полум'я

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Цей датчик є аналогічний попередньому за характеристиками. Єдина різниця полягає в живленні, його максимальна напруга складає 5 В в порівнянні з 5,5 В в попередньому датчику. Ціни на датчики також однакові – 25 гривень. Тому для наших вимог різниці немає який вибирати. Отже, не маючи різниці у виборі, було вибрано датчик полум'я КУ-026 просто тому, що він червоного кольору [11, 12].

Проходячи по темі датчика полум'я, можемо додати якийсь сигнал, що буде сповіщати виявлення вогню. Можна було б поставити якийсь динамік, що буде давати певні сигнали. Ці сигнали можуть бути як і прості сигнали (банальний звук визначеної частоти), так і програвати аудіофайли, що можуть бути записані на деякі карти пам'яті. Найцікавіший варіант це залучити динамік, що буде програвати аудіофайли. Цими вайлами можуть бути звуки сирени чи голос, який сповіщає про вогонь. Для реалізації цього, окрім самих динаміків, потрібно використати модуль для SD-карти та цифровий підсилювач для чіткого та сильного звуку від динаміків.

Почнемо з розгляду динаміків, це є найпростіша річ в реалізації цього задуму. Динаміки характеризуються потужність (Вт) та опором (Ом). В загальному, є багато різноманітних динаміків за цими характеристиками. Тому для простішого вибору ключовим моментом буде його розміри. Це потрібно для компактного розміщення елементів нашого проєкту. Серед вибраних динаміків є пару вибраних варіантів. Першим є пара динаміків 3 Вт і 8 Ом (рисунок 1.7), а другим варіантом є маленький динамік також 8 Ом, але меншою потужністю 1 Вт (рисунок 1.8). Хоч перший варіант кращий в плані звуку, другий підходить по розміру. Ми зможемо його силу звук і так збільшити за допомогою цифрового підсилювача. Тому вирішено використовувати варіант з 1 Вт динаміком. Такий маленький динамік коштує всього 12 гривень.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 W
8 Ω



Рисунок 1.7 – 3 Вт і 8 Ом



Рисунок 1.8 – Динамік 1 Вт і 8 Ом

Далі потрібно вибрати цей самий цифровий підсилювач. Він потрібен нам для чіткішого та сильнішого звуку. Взагалі-то можна і не використовувати було б цифровий підсилювач, бо наш мікроконтролер має інтерфейс, який слугує вже нормальним сигналом для динаміка, але все одно краще використати підсилювач. Вибирати особливо нема з чого, тому нашим вибором буде цифровий підсилювач класу D MAX98357A (рисунок 1.9). Цей підсилювач ідеально працює з мікроконтролером ESP32 за допомогою інтерфейсу I2S [13].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ

Арк.

12

Не дарма ми вибрали саме ESP32. В ній дуже багато потрібних нам інтерфейсів. Тут є всі потрібні заздалегідь призначені контакти для підключення. Ціна цього підсилювача є 100 гривень.

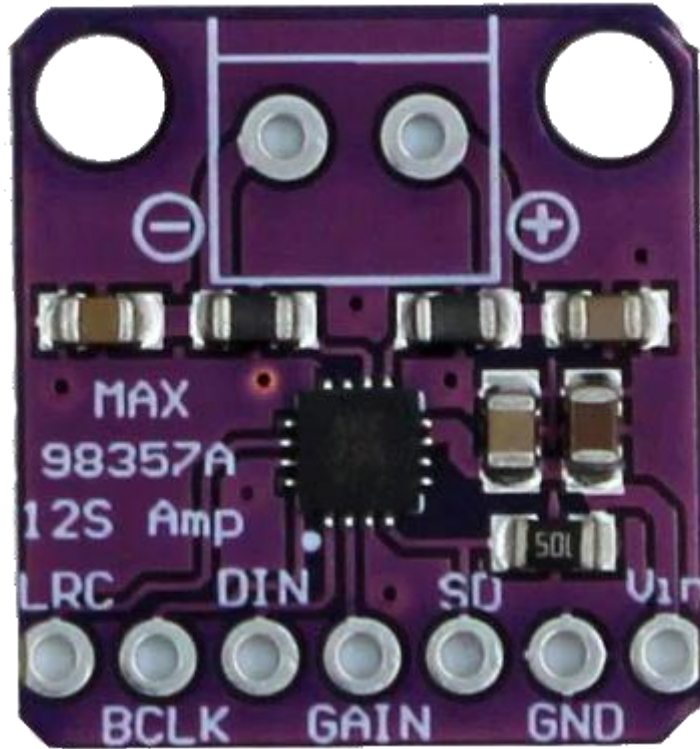


Рисунок 1.9 – Цифровий підсилювач звуку MAX98357A

Аудіофайли мають зчитуватись звідкись. Оскільки немає пам'яті для такого на ESP32, використовуватимемо модуль для SD-картки, а саме microSD-картки. Є багато модулів. За ціною вони практично однакові, але відрізняються розмірами та типом підключення. Найкращим для проєкту був би модуль (має невеликі розміри), що зображено на рисунку 1.10, але він має забагато контактів та призначений здебільшого для Arduino. Тому краще використати модуль, що на рисунку 1.11. Хоч він і більший за розмірами, але має невелику кількість контактів і добре підключається до ESP32 за допомогою інтерфейсу SPI [14]. Звичайно, нам знадобиться багато з'єднувачів для модуля microSD-картки та цифрового підсилювача, але по іншому ніяк. Ціна цього модуля становить 35 гривень.



Рисунок 1.10 – Модуль для microSD-картки, що підходить до Arduino

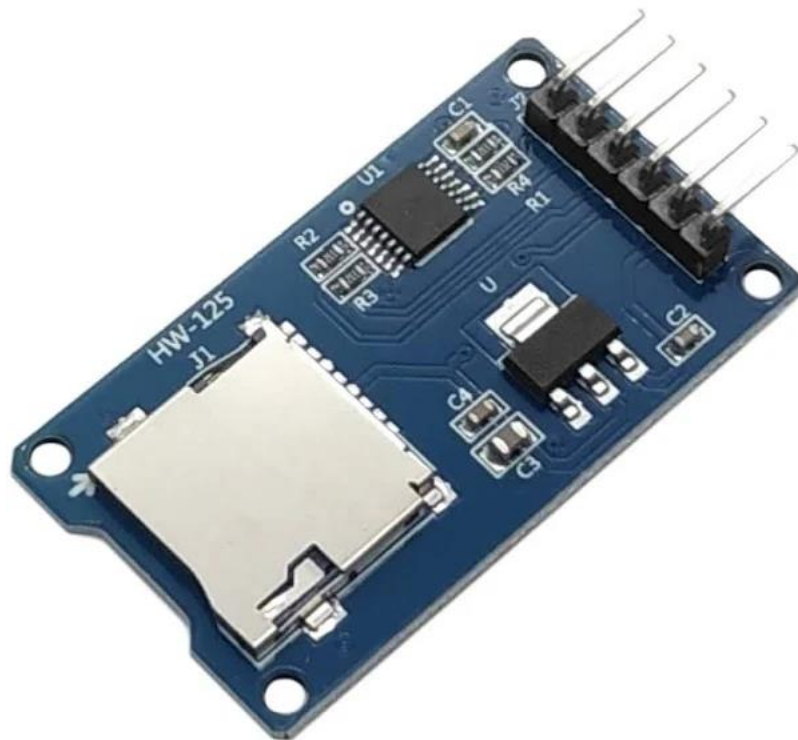


Рисунок 1.11 – Модуль для microSD-картки, що підходить до ESP32

Всі потрібні елементи для реалізації програвання аудіофайлів є. Ще можна було б додати до нашого проєкту зумер. Це буде свого роду запасний динамік, що буде просто випромінювати звук певної частоти. Зумери бувають двох видів:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

пасивний та активний. Пасивний зумер просто гудить, а активний видає писк. У нашому варіанті найкраще буде підходити активний зумер, він зможе ідеально зі своїм писком сповіщати про якісь негаразди. Тільки залишилось зробити вибір по типу підключення цього зумера. Є зумери стандартні (рисунок 1.12), що мають всього два контакти (плюс і мінус).



Рисунок 1.12 – Стандартний зумер з двома контактами

Такі зумери здебільшого просто випромінюють постійний звук, а є зумери з трьома контактами, тут третій контакт слугує для надсилання самого сигналу. Це вже не просто зумер, а повноцінний модуль. Тобто можна буде керувати інтенсивністю, частотою та переривати його [15]. Також потрібно обирати зумер не з тонкими контактами, а з міцними контактами, що легко за допомогою з'єднувачів підключаються до нашого мікроконтролера. Тому вирішено обирати саме такий (рисунок 1.13). Ця річ є не дорогою, а саме вартує 12 гривень.

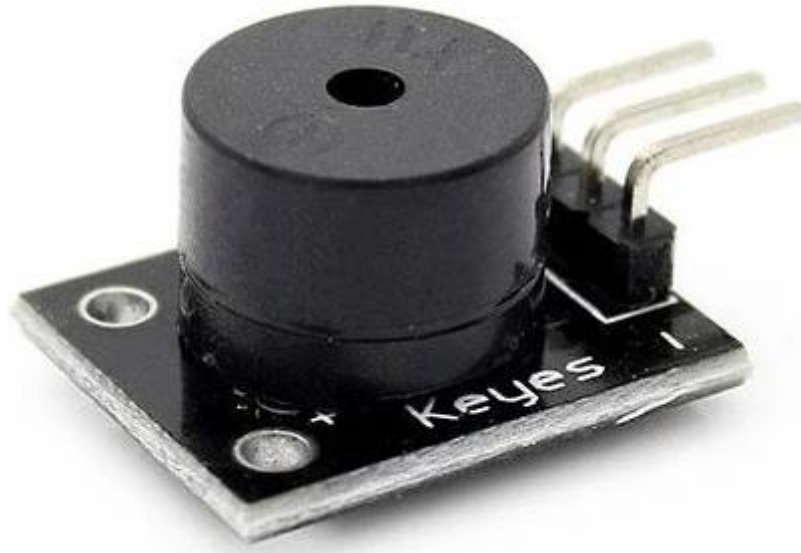


Рисунок 1.13 – Модуль активного зумера з трьома контактами

Отже, з оповіщенням про негаразди все вирішено. Ще потрібно вибрати датчик диму. Датчик диму буде вибрати досить складно тому, що їх є досить багато на ринку. Почнемо з першого узагальнення, нам потрібні датчики диму, що легко підключаються та чудово взаємодіють з ESP32. Відсіявши багато непотрібних нам датчиків, ми отримали з десятків датчиків диму. З цих датчиків якісь нічим особливо не відрізняються, а якісь дуже суттєво різняться. Тому потрібно спочатку розібратись в потребах яких речовин має бути виявлення. В загальному, нам потрібно виявляти дим, що відбувається в наслідок горіння чогось, а також можна додати виявлення газу, бо датчики не бувають тільки на виявлення чогось одного.

Різні датчики реагують на різні та однакові речовини. Тому потрібно переконатись, що наш датчик ідеально підходить для виявлення газів в наслідок пожежі. Деякі датчики можуть бути більш чутливими до певних типів диму або пожеж, ніж інші. Наприклад, деякі датчики можуть бути краще підходять для виявлення пожеж на основі твердих речовин, таких як дерево або пластик, тоді як інші можуть бути більш чутливими до диму від горіння рідин, таких як бензин або нафта [16].

Таким чином, є ряд моделей датчиків газів, що нам підходять, бо сумісні з ESP32 та маю широкий ряд моделей під різні задачі. Цей датчик називається MQ. Головних моделей його є близько десяти штук: MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-5, MQ-6, MQ-7, MQ-8, MQ-135. В цілому, головна різниця між різними моделями полягає у їхній специфікації, чутливості до певних газів, а також у внутрішній схемі та методах калібрування.

MQ-2 призначений для виявлення газів, таких як метан, пропан, бензин, дим і аміак. Він може бути корисним для виявлення газових витоків або захисту від пожеж. Модель MQ-3 спеціалізується на виявленні алкоголю у повітрі. Вона часто використовується у пристроях для виявлення алкогольного сп'яніння або в системах безпеки для виявлення спиртного поблизу. MQ-4 призначений для виявлення газу метану у повітрі. Він корисний для виявлення газових витоків у приміщеннях або на закритих просторах. Модель MQ-5 призначена для виявлення газів, таких як природний газ (метан) і газу, що містять аміак. Вона може використовуватися для контролю рівня газу у приміщеннях або для виявлення газових витоків. MQ-6 спеціалізується на виявленні газу летючих вуглеводнів, таких як газ з газових пальників або газових балонів. Модель MQ-7 виявляє монооксид вуглецю (CO). Вона корисна для контролю рівня CO у приміщеннях або для виявлення загрози отруєння CO. Датчик MQ-8 виявляє газу, що містять вуглеводень, такі як летючі вуглеводні, пропан та бутан. MQ-135 виявляє різні газу в концентрації від дуже низьких до досить великих значень. Зазвичай він використовується для виявлення аміаку, ацетону, бензину та інших газів, які можуть бути шкідливими для здоров'я людини.

Підсумовуючи це все, вирішили вибрати датчик MQ-2. Саме він чудово підходить для виявлення газів, що супроводжуються горінням чогось, тобто ідеально годиться для попередження пожежі. Цей датчик потрібно обрати саме як повноцінний модуль, а не як самий по собі датчик (рисунок 1.14).

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.14 – Датчик диму MQ-2

Тоді буде зручно підключати та не потрібно буде використовувати додаткові елементи, бо він має потрібні нам контакти [17, 18]. Цей модуль зображено на рисунку 1.15 (передня частина) та на рисунку 1.16 (задня частина).



Рисунок 1.15 – Модуль датчика диму MQ-2 (передня частина)



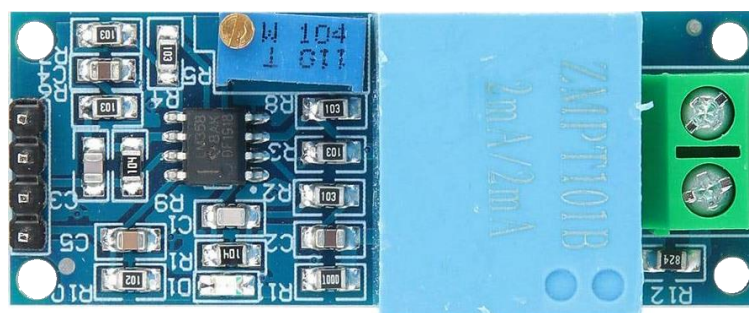
Рисунок 1.16 – Модуль датчика диму MQ-2 (задня частина)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Ціна датчика становить 45 гривень.

Отже, ми вибрали практично усі датчики, що нам потрібні, але залишилось організувати вимірювання напруги (В) та струму (А). Це можна реалізувати дуже багатьма способами, і всі ці способи робочі. Якісь способи потребують до датчиків ще додатково резистори та конденсатори, якісь тільки резистори, а інші не потребують взагалі нічого додаткового. Тому потрібно розглянути можливі для нас варіанти відповідно до задоволення наших потреб та ціни реалізації. Перше, що потрібно зауважити це те, що ми маємо вимірювати саме змінний струм, а це суттєва різниця і відповідно ціна буде більша, бо такі пристрої вимірювання є масивнішими та складнішими.

Почнемо з датчика напруги, вимірювання напруги набагато легше організувати, ніж вимірювання струму (змінного). Перший датчик, що кидається до уваги є ZMPT101В. Датчик працює при нарузі живлення від 3,3 до 5 В ZMPT101В генерує сигнал змінної напруги, який залежить від напруги на основній лінії. Цей сигнал буде вимірюватись за допомогою аналогового входу нашого мікроконтролера. ZMPT101В може вимірювати напругу у діапазоні від 0 до 250 В зі спектральною частотою 50 Гц або 60 Гц [19]. Тут також розглядаємо модуль цього датчика, щоб зручно підключати його до нашого ESP32. Датчик ZMPT101В (модуль) зображено на рисунку 1.17. Ціна такого датчика 100 гривень.



давати аналоговий сигнал так само як і датчик напруги. Потім потрібно буде обробляти ці сигнали. Такий датчик коштує 210 гривень.



Рисунок 1.19 – Датчик струму SCT – 013

Також є простіший варіант, що не потребує паяння та додаткових мілких деталей. Тут буде використовуватись датчик струму ACS712 20A (тут 20 А, цього буде достатньо). це мікросхема вимірювання струму на основі датчиків Холла. Він має вбудовану мікросхему з ефектом Холла, що виявляє зміну магнітного поля, коли виникає струм, і ця зміна магнітного поля перетворюється на пропорційну напругу, а вже потім передається користувачеві як вихідні дані [22]. Цей датчик (рисунок 1.21) є невеликим за розмірами та коштує 60 гривень.



Рисунок 1.21 – Датчик струму ACS712 20A

Ще буде використовуватись модуль SMPS HI-Link 5 В (рисунок 1.22), який перетворює 220 В змінного струму в 5 В постійного струму. Він нам потрібен для живлення [23]. Модуль є також невеликий та досить легкий, як для такого модуля. Попри це, він коштує не мало, а саме 150 гривень.



Рисунок 1.22 – Модуль SMPS HI-Link 5 В

Розглянувши ці рішення та зіставивши складність їх реалізації (наскільки багато деталей потрібно, яку роботу потрібно виконати, зіставлення з невеликими потрібними нам розмірами) з ціною їх реалізації, дійшли висновку, що найкращим варіантом буде наступний варіант (використання модуля Pzem 004T-100A), де буде використовуватись всього один модуль, що міститиме в собі і датчик струму, і датчик напруги [24]. Цей датчик (рисунок 1.23) коштує 200 гривень, має невеликі розміри, має найвищу точність ($\pm 0,5\%$) та частоту оновлення в порівнянні з будь-якими іншими рішеннями. Інші рішення пропонують точність в середньому $\pm 2\%$. Тут можна однозначно погодитися, що це найкращий варіант. Цей модуль має зручні для підключення до ESP32 контакти, що дозволить нам легко підключитися. А найголовніше, нам не потрібні ніякі інші додаткові елементи. Тут він має з собою котушку, що буде

ставитись навколо фазного кабеля для виміру струму мережі. В цій варіації максимальний струм, що може датчик вимірювати складає 100 А тому, що також існує такий самий датчик на 10 А. Цей датчик передає дані не просто аналоговим сигналом, а за допомогою інтерфейсу UART [25, 26].

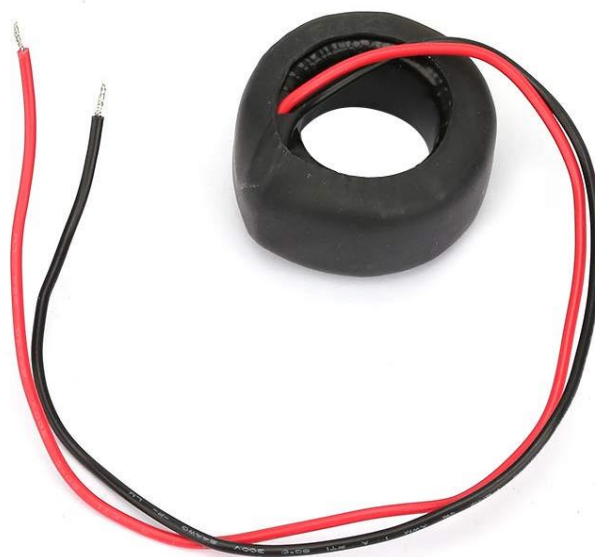


Рисунок 1.23 – Модуль Pzem 004T-100A

Вибравши усі датчики та мікроконтролер, має ще також якимось чином показувати цю інформацію. Дані, що отримуватиме наш мікроконтролер має постійно надсилати на різні пристрої власника, а також надсилати повідомлення про різні проблеми і попередження про небезпеку. Це ми зможемо реалізувати за допомогою сторонніх програм через інтернет речей. На щастя, в деяких мікроконтролерів є здатність підключатися через WiFi до Інтернету та передавати дані, це не буде важко реалізувати.

Також можна додати дисплей, що буде постійно відображати певні дані. Це буде досить зручно використовувати, якщо хтось захоче просто на самому

пристрої подивитися на показники струму, напруги, температури, вологості чи чогось іншого. Необов'язково буде доставати якийсь пристрій, щоб переглянути показники, а можна буде просто поглянути на дисплей. А дані, що відображатимуться на пристроях власника, використовуватимуться для перегляду не в зоні доступності до нашого приладу проєкту.

Щоб вибрати дисплей потрібно почати з певних узагальнених потреб. Є багато різних дисплеїв, що по різному працюють та відповідно до різних цін. Спочатку потрібно зрозуміти з якою функціональністю обирати, такою як сенсорний екран, підсвітка, кольорове відображення тощо. Сенсорного екрана нам не треба, бо нам потрібно просто показ даних. Також і кольорового відображення нам не потрібно, це коштуватиме додаткових грошей. Нам потрібний однотонний дисплей. Контролери підтримують різні типи дисплеїв, включаючи OLED, LCD, TFT, ePaper тощо. OLED це дорогий вид дисплея, що нам не потрібен, TFT та ePaper це складні для використання нашим мікроконтролером дисплеї. Залишився лиш LCD, це для нас нагідний варіант, бо також і за ціною він найкращий в плані відповідності до його характеристик.

Далі потрібно вибрати якого розміру має бути наш LCD дисплей. Є два найпопулярніших варіанти: 16 символів у два ряди (16x2) та 20 символів у чотири ряди (20x4). Нам достатньо буде вибрати перший варіант з двома рядами, там помістяться усі потрібні нам показники. Ще потрібно обирати не чисто сам дисплей, бо його буде важко підключати через потребу у використанні багатьох контактів, а обрати повноцінний модуль дисплея (дисплей з модулем I2C). Тут нам знадобиться усього чотири контакти (два для живлення, два для передачі даних). Це спрощення відбувається завдяки використанню модуля I2C (рисунок 1.24), що використовує інтерфейс I2C для зручного підключення до мікроконтролерів.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

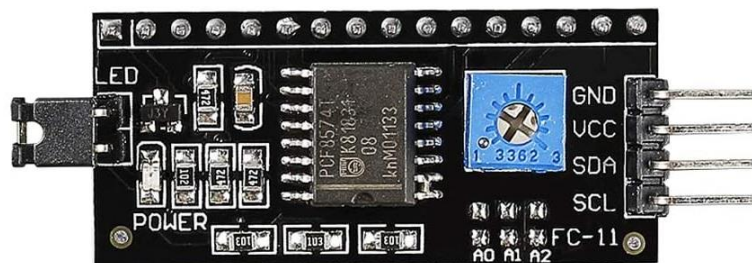


Рисунок 1.24 – Модуль I2C інтерфейсу

Отже, нашим вирішальним вибором є LCD дисплей 16x2 з модулем I2C. Сам дисплей зображено на рисунку 1.25, а на рисунку 1.26 зображено його задню частину, де можна чітко помітити прикріплений до модуля дисплея модуль I2C.



Рисунок 1.25 – Модуль LCD дисплея 16x2



Рисунок 1.26 – Задня частина дисплея, де помітний модуль I2C

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.3 Постановка задачі

Практично усі потрібні деталі у нас є. Розглянемо проектування пристрою з наявних нам елементів.

На жаль, у наслідок певних обставин нам потрібно буде відмовитись від реалізації програвання аудіофайлів з microSD-картки для сповіщення користувача про негаразди. Тому в нас залишився лиш модуль активного зумера, що за допомогою свого писку буде досить ефективно сповіщати про проблеми та небезпеки. В принципі, нам не так аж було б потрібне сповіщення, що виконується завдяки програванню різних аудіофайлів для різних сповіщень. Достатньо буде використати і цей зумер, бо він зможе навіть краще сповіщати через свій неприємний писк. Ця неприємна ситуація призведе до здешевлення, спрощення реалізації та зменшення потрібного місця нашого приладу.

Отже, у нас є наступні елементи: датчик змінного струму та напруги Pzem 004T-100A, датчик полум'я KY-026, датчик газів MQ-2, датчик температури та вологості повітря DHT11, LCD дисплей та активний зумер. Усі ці елементи зображено на рисунку 1.27.

Датчик полум'я KY-026



Датчик газу MQ-2



Активний зумер



Датчик змінного струму та напруги Pzem 004T-100A



Датчик температури та вологості DHT11



LCD дисплей 16x2



Рисунок 1.27 – Наявні у нас датчики, зумер та диплей

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Потрібно лиш розібратися з засобами реалізації пристрою контролю та вирішити до яких контактів та як підключати наші елементи. Оскільки, в мікроконтролерах є багато контактів, то нам в повній мірі має вистачити, щоб усе підключити. Але деякі елементи потрібно підключати до конкретних контактів мікроконтролера. Це через те, що певні інтерфейси одразу вже можуть бути зазначені на конкретні контакти мікроконтролера.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ В СЕРВЕРНІЙ

2.1 Засоби реалізації пристрої контролю параметрів

Щоб реалізувати такий пристрій можна використати багато різноманітних плат керування та датчиків. Найвнший широкий спектр плат керування та датчиків, які дозволяють збирати дані, керувати пристроями та створювати автоматизовані системи. Тому важливо буде підібрати ідеальний варіант, що нам підходить з точки зору реалізації та витрачених ресурсів [27, 28].

Почнемо з вибору плат керування, оскільки це найголовніше в нашому пристрої, це наш мозок апарату. Плати серед яких ми маємо вибирати повинні мати здатність підключення до глобальної мережі, можливість перепрограмування їх, здатність читати та відправляти як аналогові, так і цифрові сигнали. Проаналізувавши це все, можна виокремити декілька плат керування: Arduino (зображено на рисунку 2.1), Raspberry Pi, ESP8266, ESP32, BeagleBone [29].

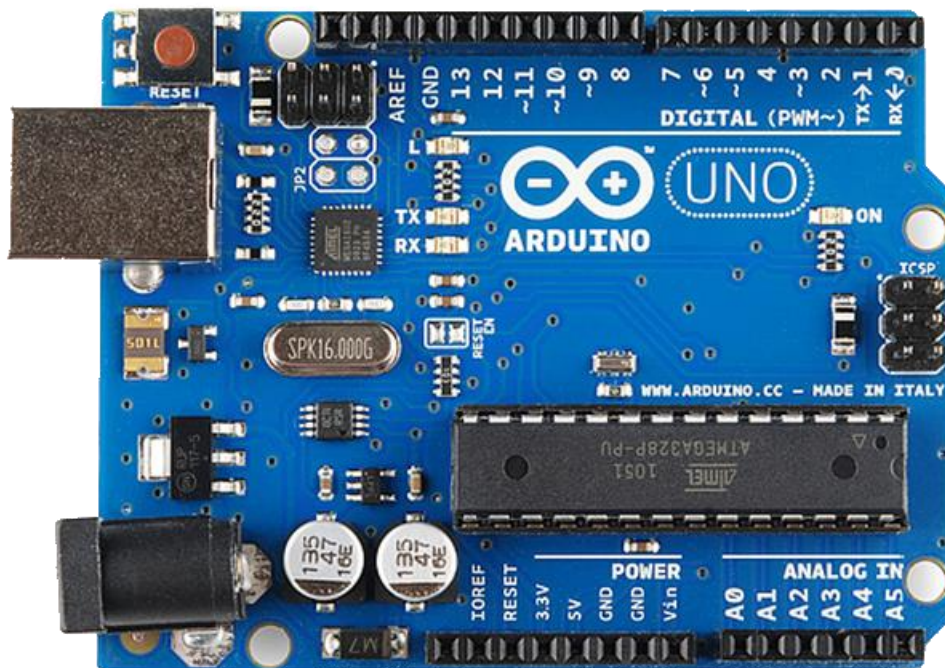


Рисунок 2.1 – Arduino

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Arduino, як і наші наступні варіанти є відкритою платформою для створення простих і складних електронних проєктів і базується на апаратному та програмному забезпеченні [30, 31, 32]. Спочатку потрібно розглянути різні моделі, бо Arduino це не одна собі подібна плата, а багато різних моделей, що можуть чи не можуть підходити під наші потреби. Їх є декілька: Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega, Arduino Leonardo, Arduino Mini, Arduino MKR Series [30]. Також існують інші моделі та клони Arduino, створених спільнотою або третіми виробниками та мають характеристики та функціональність, що не дуже суттєво відрізняється від попередніх. Попри це, вони все одно зазвичай сумісні з офіційним програмним забезпеченням Arduino. Так що вибір моделей не є маленьким, тому треба розібрати кожен модель окремо для розуміння [33].

Arduino Uno використовує мікроконтролер ATmega328P. Цей мікроконтролер має 14 цифрових входів/виходів (I/O), з яких 6 можуть бути використані як аналогові входи, а також вбудований осцилятор, вбудовану пам'ять і UART для зв'язку через порт USB. Arduino Uno оснащений USB-портом для програмування та комунікації з комп'ютером, а також відповідними портами для підключення додаткових сенсорів, модулів та актуаторів. Також він може живитися від USB-порту комп'ютера або від зовнішнього джерела живлення через вхід живлення [34]. Середньостатистична ціна для цієї моделі є 250 гривень.

Arduino Nano фактично є компактною версією плати Arduino Uno і зазвичай використовується в проєктах, де простір є обмеженим. Arduino Nano зазвичай використовує мікроконтролер ATmega328P, аналогічно до Arduino Uno. Цей мікроконтролер забезпечує цю модель 14 цифровими входами/виходами (I/O), включаючи 6 аналогових входів. Arduino Nano оснащений microUSB портом для програмування та живлення, а ще має заголовний ряд для підключення до зовнішніх пристроїв, таких як сенсори, дисплеї, або актуатори [35]. Живиться він від цього самого порту. Середня ціна становить 150 гривень.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Arduino Mega є однією з найбільш потужних та функціональних моделей в серії Arduino. Ця плата пропонує більше ресурсів та можливостей порівняно з базовими моделями, такими як Arduino Uno або Nano. Arduino Mega використовує мікроконтролер ATmega2560. Цей мікроконтролер пропонує 54 цифрових входи/виходи (I/O), з яких 14 можуть бути використані як аналогові входи. Це, звичайно, надає значно більше можливостей для підключення різних пристроїв. Arduino Mega оснащений USB-портом для програмування та комунікації з комп'ютером та заголовним рядом для підключення до зовнішніх пристроїв, таких як сенсори, дисплеї, мотори та інші. Живлення відбувається також за допомогою цього порту [35]. Хоча Arduino Mega не має вбудованих модулів Wi-Fi або Bluetooth, вона може бути розширена зовнішніми модулями для підключення до Інтернету та інтеграції в розумні системи. Середня ціна є 700 гривень.

Arduino Due є потужною платою в серії Arduino, яка використовує 32-бітний мікроконтролер ARM Cortex-M3. Завдяки своїй високій продуктивності та швидкості роботи, Arduino Due підходить для реалізації складних та вимогливих проєктів. Arduino Due використовує мікроконтролер ATSAM3X8E на базі ARM Cortex-M3. Цей мікроконтролер працює на частоті 84 МГц і має 512 КБ флешпам'ять для програми, що надає значно більші можливості порівняно з менш потужними моделями Arduino. Arduino Due оснащений USB-портом для програмування та комунікації, а також має заголовний ряд, включаючи 12 аналогових входів, 2 цифрових входи/виходи та 4 UART-порти для зв'язку з іншими пристроями. Живиться через цей самий порт. Arduino Due може бути використана для реалізації проєктів з обробки аудіо, зображень та інших сигналів в реальному часі. Шляхом своєї потужності, Arduino Due ідеально підходить для керування великими моторами, роботами та іншими механічними пристроями [35]. Попри те що, Arduino Due не має вбудованих модулів Wi-Fi або Bluetooth, вона може бути розширена зовнішніми модулями для

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підключення до Інтернету та інтеграції в розумні системи. Середньостатистична ціна є 1700 гривень.

Arduino Leonardo є унікальною платою в сімействі Arduino, яка відрізняється від інших моделей завдяки своєму вбудованому USB і мікроконтролеру ATmega32u4. Ця модель пропонує ряд особливостей, які роблять її ідеальним вибором для певних застосувань. Цей мікроконтролер має вбудований USB, що дозволяє йому емулювати різноманітні USB-пристрої, такі як клавіатура, миша або джойстик. Arduino Leonardo оснащений microUSB портом для програмування та живлення, а також має заголовний ряд для підключення до зовнішніх пристроїв, таких як сенсори, дисплеї, або актуатори. Arduino Leonardo може житися від USB-порту комп'ютера або від зовнішнього джерела живлення через вхід живлення [35]. Хоча Arduino Leonardo не має вбудованих модулів Wi-Fi або Bluetooth, вона може бути розширена зовнішніми модулями для підключення до Інтернету та інтеграції в розумні системи. Середня ціна є 1500 гривень.

Схожою на Arduino Nano є плата Arduino Mini [35]. Ця плата пропонує основні функціональні можливості Arduino в меншому формфакторі. Arduino Mini використовує мікроконтролер ATmega328P, який є популярним і надійним мікроконтролером для багатьох електронних проєктів. Він містить 14 цифрових входів/виходів (I/O), з яких 6 можуть бути використані як аналогові входи. Мікроконтролер оснащений mini-USB портом для програмування та живлення, а також заголовним рядом для підключення до зовнішніх пристроїв, таких як сенсори, дисплеї, або актуатори. Arduino Mini не має вбудованих модулів Wi-Fi або Bluetooth, але може бути розширена зовнішніми модулями для підключення до Інтернету та інтеграції в розумні системи.

Arduino MKR Series – це лінійка плат Arduino, розроблена спеціально для проєктів Інтернету речей (IoT). Ці плати поєднують в собі високу продуктивність, низьке споживання енергії та ряд вбудованих комунікаційних модулів, таких як Wi-Fi, BLE (Bluetooth Low Energy), LoRa і GSM. В такому

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випадку існує декілька моделей цієї серії. Залежать моделі від того який модуль встановлено. Існує Arduino MKR WiFi 1010, Arduino MKR GSM 1400,

Arduino MKR NB 1500, Arduino MKR LoRa WAN 1310. Arduino MKR WiFi 1010 містить мікроконтролер SAMD21 Cortex-M0+, модуль Wi-Fi, інтерфейси USB, I2C, SPI, UART, GPIO, живиться від 3.3V. Arduino MKR GSM 1400 має все те саме тільки не має Wi-Fi модуль, а має GSM модуль. Arduino MKR NB 1500 містить все те саме, що та інші крім GSM і Wi-Fi модулів, натомість має NB-IoT та LTE Cat M1 модулі. Модель Arduino MKR LoRa WAN 1310 містить тільки LoRa та LoRaWAN модулі [35]. Arduino MKR Series є відмінним вибором для проєктів Інтернету речей, таких як моніторинг та контроль і розумний будинок. Але ціни цих моделей суттєво більші, десь близько 2000 гривень.

В загальному, кожна модель Arduino має свої переваги та недоліки. Для них є спільним програмне забезпечення. Інтерфейс розробки є Arduino IDE. Arduino IDE має багато бібліотек, які полегшують роботу з комунікаційними модулями, сенсорами та іншими пристроями, що підтримуються платами.

Отже, після довгих порівнянь можна вибрати дві моделі, що нам імовірно підходять – Arduino Nano та Mini. В них і габарити нормальні, і здатності, і ціна. На жаль, потрібно буде іще додаткові модулі для з'єднання з Інтернетом.

Raspberry Pi (зображено на рисунку 2.2) – це серія одноплатних комп'ютерів розміром з кредитну картку. Raspberry Pi підтримує різноманітні операційні системи: Raspberry Pi OS, Ubuntu, Windows 10 IoT Core та інші. Цей комп'ютер набагато потужніший ніж попередні моделі плати Arduino. Використовуючи GPIO (General Purpose Input/Output) порти, Raspberry Pi може бути легко розширений за допомогою різних модулів та сенсорів. Нові моделі навіть мають змогу підключення по Wi-Fi. Основних моделей тут також є декілька: Raspberry Pi 1 Model B, Raspberry Pi 2 Model B, Raspberry Pi 3 Model B, Raspberry Pi 3 Model B+, Raspberry Pi 4 Model B, Raspberry Pi 400, Raspberry Pi Pico, Raspberry Pi Zero 2 W, Raspberry Pi 5 [36].

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

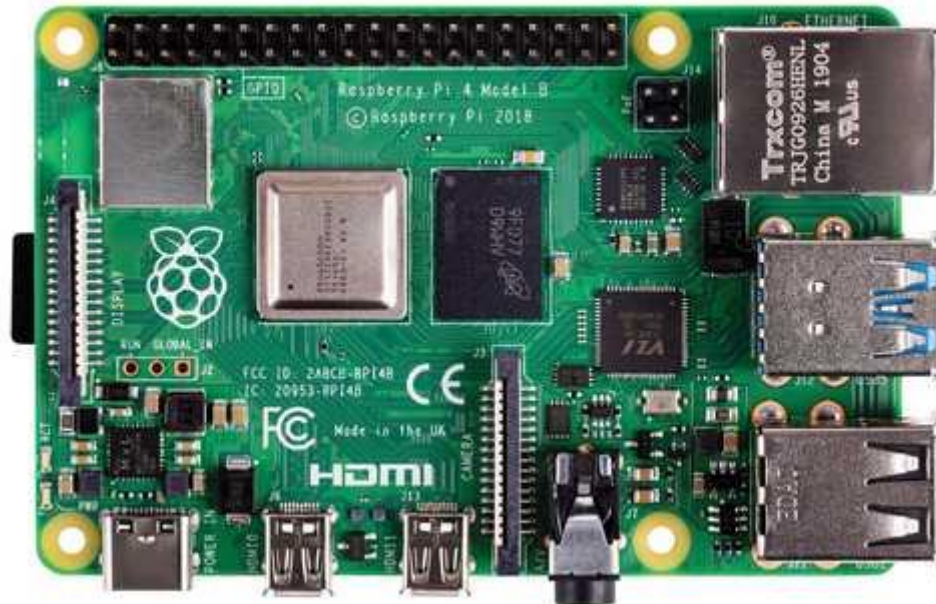


Рисунок 2.2 – Raspberry Pi

Отже, сміливо можна відсікти ті моделі, що не мають змоги підключення по Wi-Fi. Попри здатність інших моделей підключення по Wi-Fi за допомогою додаткових модулів, простіше буде вибрати модуль, що вже має здатність підключення по Wi-Fi. Тому розглянемо тільки певні моделі.

Raspberry Pi 3 Model B+ є однією з популярних моделей одноплатного комп'ютера Raspberry Pi та пропонує більш потужний процесор Broadcom BCM2837B0 ARM Cortex-A53 64-біт 1.4 ГГц quad-core CPU. Має пам'ять 1 ГБ LPDDR2 RAM. Серед портів є HDMI v1.4, 4x USB 2.0 порти, Gigabit Ethernet (RJ45), 2x USB 3.0 порти через вбудований USB 2.0/3.0 хаб, 40-pin GPIO роз'єм та 3.5 мм аудіовихід/вхід. Живиться за допомогою 5V/2.5A DC через Micro USB або GPIO. Є інтегровані 802.11ac Wi-Fi й Bluetooth 4.2/ BLE бездротові модулі, що дозволяють легко підключатися до мережі та зовнішніх пристроїв без додаткових модулів. Наявна підтримка Gigabit Ethernet, що забезпечує швидке і надійне з'єднання з мережею. Ця модель підходить для використання його як вебсервер, файлового сервера або медіацентра; управління освітленням, температурою, безпекою та іншими системами; моніторингу та контролю різних пристроїв та систем в реальному часі та інших. Ціна – 1 299 грн.

Raspberry Pi 4 Model B містить наступні порти: 2x micro HDMI порти, 2x USB 3.0 порти, 2x USB 2.0 порти, Gigabit Ethernet порт (RJ45), 40-pin GPIO роз'ємів, 3.5 мм аудіовихід/вхід. З бездротових модулів має Dual-band 802.11ac Wi-Fi та Bluetooth 5.0 / BLE. Його пам'ять це 1, 2, 4 або 8 ГБ LPDDR4 RAM. Процесором є Broadcom BCM2711 ARM Cortex-A72 64-біт quad-core 1.5 ГГц (до 1.8 ГГц у версії з 8 ГБ ОЗП). Живиться від USB-C з підтримкою живлення від адаптера потужністю 5В/3А. Його можна використовувати так само. Ціна моделі на 1GB пам'яті є 1999 гривень.

Raspberry Pi 400 – це спеціальна версія одноплатного комп'ютера Raspberry Pi. Попри наявності Dual-band 802.11ac Wi-Fi, вона нам не підходить, бо вона відрізняється від інших моделей Raspberry Pi тим, що вбудована в комп'ютерну клавіатуру.

Raspberry Pi Zero 2 W містить процесор Broadcom BCM2710A1 ARM Cortex-A53 64-біт quad-core 1.0 ГГц, пам'ять 512 МБ LPDDR2 SDRAM. Він має Mini HDMI порт, 2x micro USB порти (один для живлення, один для USB пристроїв), CSI камера роз'єм, GPIO 40-pin роз'ємів. Живлення його відбувається через 5V DC використовуючи micro USB порт або GPIO header. Завдяки наявності цього всього та бездротових модулів 2.4 ГГц 802.11b/g/n Wi-Fi, Bluetooth 5.0 / BLE може бути використаний для управління освітленням, температурою; розробки пристроїв для моніторингу та контролю різних пристроїв та систем в реальному часі. Ціна – 1 399 грн.

Raspberry Pi 5 найбільше відрізняється новим процесором 64-бітним чотириядерним процесором Arm Cortex-A76. Він майже нічим не відрізняється від попередньої моделі, крім потужності. Ціна цієї моделі з 4GB пам'яті становить 3499 грн.

Отже, порівнявши характеристики цих моделей і зіставивши ціну, було вирішено взагалі не обирати одну модель Raspberry Pi. Занадто висока ціна пристрою тоді буде, а нам не потрібний настільки потужний маленький

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комп'ютер для поставлених цілей. Буде достатньо набагато менш потужного і дешевшого рішення для покриття наявних завдань.

ESP8266 (зображено на рисунку 2.3) можна використовувати для пристроїв, які можуть підключатися до Інтернету та взаємодіяти з хмарними сервісами; для створення додатків, які працюють через Wi-Fi, таких як контролери освітлення, термостати та інші; для створення вебсервер, який надає доступ до даних та керування пристроями через Інтернет. ESP8266 – це мікроконтролерний чіп, що виробляється компанією Espressif Systems. Він став відомим як потужний, недорогий та енергоефективний рішення для різних застосувань в Інтернеті речей (IoT), зв'язку через Wi-Fi, робототехніки та інших сфер [37, 38]. Ось детальний огляд ESP8266 та деякі його моделі.

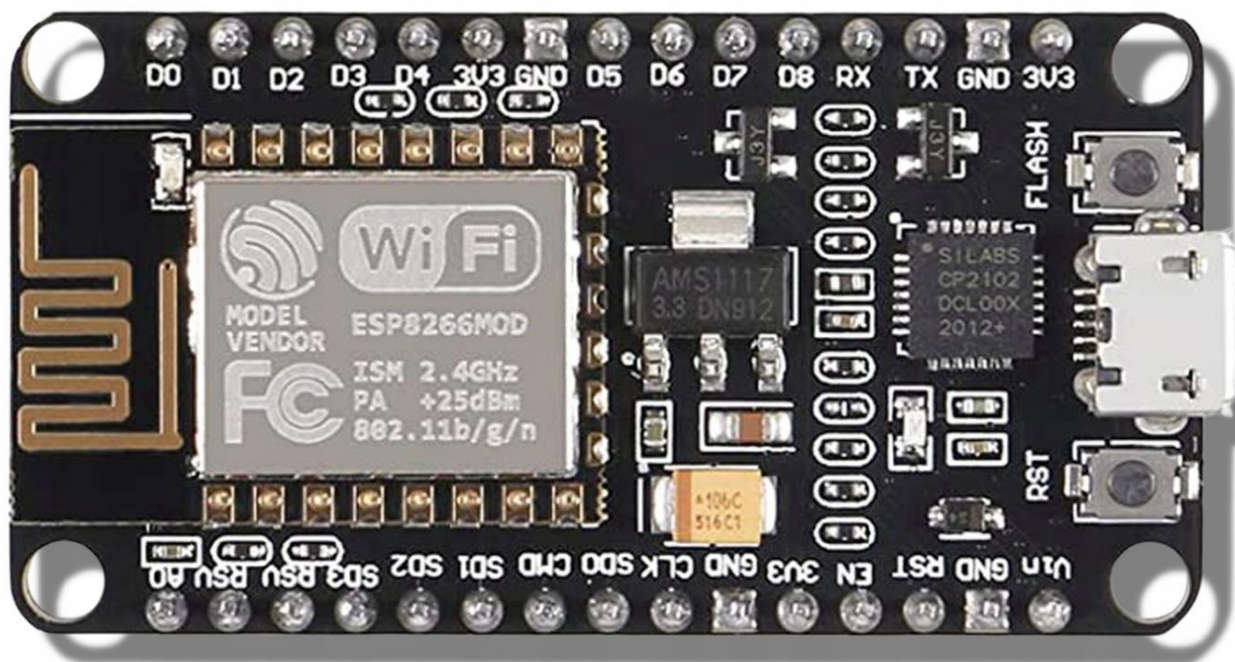


Рисунок 2.3 – ESP8266

ESP8266 має вбудований мікроконтролер з архітектурою Xtensa LX106, що працює на частоті 80 або 160 МГц. Це забезпечує достатню продуктивність для виконання різних завдань. Основною особливістю ESP8266 є наявність вбудованого Wi-Fi модуля, що дозволяє підключати пристрій до мережі Wi-Fi та

взаємодіяти з іншими пристроями та сервісами через мережу. Мікроконтролер має вбудовану флешпам'ять для зберігання програмного забезпечення та даних. Розмір пам'яті може варіюватися від кількох кілобайтів до декількох мегабайтів. Чіп має вбудований набір GPIO, які можуть використовуватися для підключення до різних пристроїв та сенсорів. Він також підтримує різні інтерфейси, такі як UART, SPI, I2C та ADC. Мікроконтролер має пару моделей: ESP8266-01, ESP8266-12E, ESP8266 NodeMCU. ESP8266-01 є найпростішою моделлю ESP8266, але вона має обмежену кількість GPIO та обсяг пам'яті, що може вплинути на кількість програмного коду та дані. ESP8266-12E має більше GPIO та пам'яті, порівняно з ESP8266-01. ESP8266 NodeMCU має вбудований USB-порт для зручного програмування та розробки. Вона має велику спільноту користувачів та підтримується різними фреймворками, такими як Arduino IDE та MicroPython. Так що розберемо детальніше ці моделі.

ESP8266-01 має вбудований мікроконтролер з архітектурою Xtensa LX106, який працює на частоті 80 МГц. Ця модель підтримує бездротовий зв'язок Wi-Fi. ESP8266-01 має обмежений обсяг вбудованої флешпам'яті, зазвичай 512 КБ або 1 МБ. Ця модель має обмежений набір інтерфейсів, але все ж підтримує UART для зв'язку з комп'ютером чи іншими пристроями.

ESP8266-12E має вбудований мікроконтролер з архітектурою Xtensa LX106, який працює на частоті 80 або 160 МГц. Це надає більшу продуктивність порівняно з ранніми моделями. Як і всі моделі ESP8266, ESP8266-12E підтримує бездротовий зв'язок Wi-Fi. ESP8266-12E має більшу вбудовану флешпам'ять порівняно з ESP8266-01, зазвичай 4 МБ. Це дозволяє зберігати більше програмного коду та даних на самому пристрої. Ця модель має більшу кількість GPIO портів порівняно з ESP8266-01, що робить її більш універсальною для різних застосувань. ESP8266-12E також підтримує різні інтерфейси, такі як UART, SPI, I2C та ADC, що робить його сумісним з різними пристроями та сенсорами.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікроконтролер ESP8266 NodeMCU базується на мікроконтролері ESP8266, який має вбудований Wi-Fi та потужний процесор, що дозволяє виконувати різні завдання IoT. Однією з особливостей NodeMCU є наявність вбудованого USB-порту, який дозволяє підключати плату безпосередньо до комп'ютера для програмування та комунікації з ним. NodeMCU має вбудовану флешпам'ять зазвичай 4 МБ, що дозволяє зберігати велику кількість програмного коду та дані на самому пристрої. Плата має багато цифрових та аналогових GPIO портів, які можуть використовуватися для підключення до різних пристроїв та сенсорів. NodeMCU підтримує різні інтерфейси, такі як UART, SPI та I2C, і може бути програмований за допомогою різних мов програмування, таких як Lua, Arduino IDE та MicroPython.

Оскільки, ESP8266 відомий своєю низькою вартістю та енергоефективністю, що робить його ідеальним вибором для проєкту, а саме модель NodeMCU. Середня ціна – 140 гривень.

ESP32 (зображено на рисунку 2.4) – це мікроконтролерна платформа, що є наступником популярної платформи ESP8266. ESP32 має двоядерний процесор Xtensa LX6, що працює на частоті до 240 МГц. Це робить його потужнішим за багато інших мікроконтролерів. Однією з ключових особливостей ESP32 є вбудовані модулі Wi-Fi та Bluetooth. ESP32 має широкий набір цифрових та аналогових GPIO портів, а також підтримує різні інтерфейси, такі як UART, SPI, I2C та PWM. ESP32 має значно більший обсяг вбудованої флешпам'яті порівняно з ESP8266, зазвичай від 4 до 16 МБ, що дозволяє зберігати більше програмного коду та даних на самому пристрої. І найцікавіше це те, що ESP32 має різноманітні периферійні пристрої, такі як криптографічні апаратні модулі, аналогово-цифрові перетворювачі (ADC), таймери та інші, що розширює його функціональність [39, 40, 41].

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Порівняння різних характеристик моделей ESP32

	ESP32-S2	ESP32-S3	ESP32-PICO-D4	ESP32-C3	ESP32-S3-WROOM-1U-N16R2	ESP32-WROVER-B-N4R8
1	2	3	4	5	6	7
Головний процесор	Tensilica Xtensa 32-розрядний LX7 (до 240 МГц)	Tensilica Xtensa 32-розрядний двоядерний LX7 (до 240 МГц)	Tensilica Xtensa 32-розрядний двоядерний (до 240 МГц)	RISC-V 32-розрядний (до 160 МГц)	Tensilica Xtensa 32-розрядний LX7 (до 240 МГц)	Tensilica Xtensa 32-розрядний двоядерний (до 240 МГц) ³
SRAM	320 Кб	512 Кб	520 Кб	400 Кб	512 Кб	520 Кб
ROM	128 Кб	384 Кб	448 Кб	384 Кб	384 Кб	448 Кб
JTAG	✓	?	✓	✓	✓	✓
Кеш	8/16 КБ (налаштовується)	?	16 КБ	16 КБ	16 КБ	16 КБ
WiFi	Wi-Fi 4	Wi-Fi 4	Wi-Fi 4	Wi-Fi 4	Wi-Fi 4	Wi-Fi 4
1	2	3	4	5	6	7
Bluetooth	X	BLE 5.0	BLE 5.0	BLE 5.0	BLE 5.0	BLE 5.0
Пам'ять RTC	16 КБ	16 КБ	16 КБ	8 Кб	16 КБ	16 КБ
SPI	4	?	4	3	4	4
I2C	2	?	2	1	2	2
I2S	1	?	2	1	2	2
UART	2	?	3	2	3	3
GPIO	43	44	34	22	36	24
USB	USB OTG 1.1	?	USB OTG 0	Послідовний/JTAG	USB OTG 1	USB OTG 0
АЦП	2x 13-біт SAR, до 20 каналів	?	2*12-біт, 18 каналів	2x 12-біт SAR, до 6 каналів	2*12-біт, 20 каналів	2*12-біт, 18 каналів
ЦАП	2x 8-біт	?	2*8-біт	X	0	2*8-біт

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
RMT	4x передача/п рийом	?	1*8 канальний	2x передача + 2x прийом	1*4 канальний	1*8 канальний
Таймер	4x 64-біт	?	?	2x 54-біт + 1x 52-біт	✓	?
Темпера- турний сенсор	✓	?	✓	✓	✓	✓
Ціна	120 грн.	290 грн.	380 грн.	195 грн.	210 грн.	320 грн.

Отже, після порівняння характеристик різних моделей, вирішено вибрати модель ESP32-S3-WROOM-1U-N16R2.

Ця модель з великою кількістю GPIO (36), наявними різноманітними інтерфейсами, потрібним нам розміром, потужністю. Ці характеристики відповідають його ціні.

BeagleBone (зображено на рисунку 2.5) – це сімейство одноплатних комп'ютерів на базі ARM, які виробляються компанією BeagleBoard.org. BeagleBone використовує ARM-процесори, такі як ARM Cortex-A8 або Cortex-A9, які забезпечують достатню продуктивність для виконання різних завдань. Зазвичай BeagleBone має вбудовану оперативну пам'ять та флешпам'ять для зберігання операційної системи та користувацьких даних.

BeagleBone має багато різноманітних роз'ємів та інтерфейсів, таких як USB, Ethernet, HDMI, GPIO, UART, SPI, I2C та інші, що дозволяють підключати до нього різні пристрої та сенсори.

BeagleBone підтримує різні операційні системи, включаючи Linux-дистрибутиви, такі як Debian, Ubuntu, а також спеціалізовані операційні системи, такі як Angstrom.

Ця плата також має декілька різних моделей, кожна з яких має свої унікальні характеристики та призначення.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ		Арк.
							40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

BeagleBone маю декілька наступних моделей: BeagleBone Black, BeagleBone Green, BeagleBone Blue, BeagleBone AI, BeagleBone PocketBeagle, BeagleBone Blue Wireless.

Розкладати будемо моделі, що мають здатність підключення за допомогою Wi-Fi [44, 45].

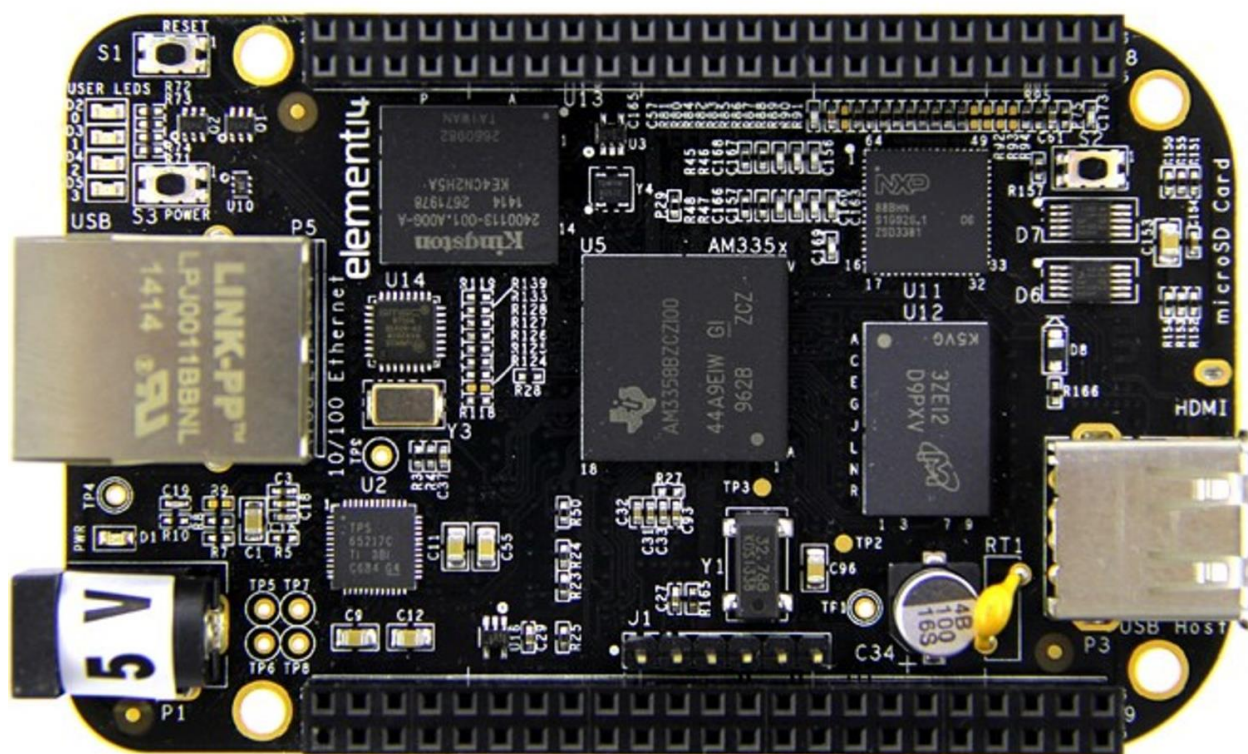


Рисунок 2.5 – BeagleBone

BeagleBone Blue Wireless – це спеціалізована версія одноплатного комп'ютера BeagleBone, що має бездротові можливості для підключення до бездротових мереж Wi-Fi та Bluetooth. Ця модель підтримує ряд операційних систем, включаючи Debian та Ubuntu, що можна встановити на карту пам'яті типу MicroSD.

BeagleBone Blue Wireless має роз'єми для підключення моторів, сервоприводів, енкодерів та інших робототехнічних компонентів. Також є роз'єми для підключення камери та інших датчиків.

Ще має інтерфейси UART, SPI, I2C, PWM, а також вбудовані сенсори, такі як акселерометр, гіроскоп та датчик температури.

Ну і основою BeagleBone Blue Wireless є потужний ARM-процесор TI Sitara AM335x з тактовою частотою 1 ГГц, який забезпечує достатню продуктивність для робототехнічних застосувань. Середня ціна складає 4500 гривень.

Отже, цей мікрокомп'ютер дійсно класна річ, але нам не потрібні аж такі можливості, що він нам надає, тим паче за таку не малу ціну.

Як висновок, був сформований список цих мікроконтролерів, що ми вибрали згідно з потрібними нам характеристиками. Порівнявши ці вибрані пристрої, було вирішено використовувати плату ESP32-S3-WROOM-1U-N16R2 – ідеал за свої гроші.

Цей мікроконтролер має потрібні нам розміри, можливості, доступність покупки та доступність з різними програмними забезпеченнями.

Мікроконтролер уже встановлений на розширену плату DevKitv1, що полегшує підключення пристроїв як фізично, так і електрично. Це є плата розробника, і найкраще обирати версію CN340.

Вона більш популярна та набагато надійніше в плані зустрічі зі всілякими помилками та проблемами. Також буде використовуватись плата не з застарілим портом micro-USB, а з новим та зручним портом USB Type-C.

Отже, тепер ми маємо усі елементи потрібні для реалізації нашого проєкту, а саме конкретний контролер, датчики, активний зумер, дисплей (рисунок 2.6).

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Датчик полум'я KY-026



Датчик газу MQ-2



Активний зумер



Датчик зміни струму та напруги Pzem 004T-100A



Датчик температури та вологості DHT11



Модуль ESP-WROOM-32



LCD дисплей 16x2



Рисунок 2.6 – Усі електротехнічні складові нашого проєкту

Отже, у майбутньому з'єднавши наші елементи, ми має мати прилад з приблизною структурою, що зображена на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Схема структурна пристрою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.2 Опис контактів мікроконтролера

Отже, спочатку потрібно в'яснити на які контакти взагалі не можна підключати жоден з елементів. ESP32 має багато контактів GPIO та декілька контактів для живлення та керування. GPIO є інтерфейсом для зв'язку між компонентами комп'ютерної системи та можуть діяти і як входи, і як виходи. Отже, мікроконтролер має досить багато контактів, і всього декілька з цих контактів слугують для перезавантаження та калібрування нашого ESP32.

У випадку підключення до цих контактів якихось елементів, що будуть подавати на ці контакти сигнали, мікроконтролер не буде належним чином працювати та будуть відбуватись різноманітні збої. Наш мікроконтролер має 30 контактів, бажано не використовувати без розуміння наступні: GPIO0, GPIO2, GPIO5, GPIO12, GPIO15.

Тобто в загальному, він має 5 завантажувальних контактів. Ці контакти використовуються для переведення мікроконтролера в режим миготіння або режим завантажувача, тобто залежно від стану цих контактів, ESP32 увійде в режим BOOT або FLASH після ввімкнення.

Наприклад, на контакті GPIO0 має бути ВИСОКИЙ сигнал під час завантаження, на контакті GPIO2 має бути НИЗЬКИЙ сигнал під час завантаження та підключений до бортового світлодіода, на контакті GPIO5 має бути ВИСОКИЙ сигнал під час завантаження, на контакті GPIO12 має бути НИЗЬКИЙ сигнал під час завантаження, на контакті GPIO15 має бути ВИСОКИЙ сигнал під час завантаження.

Значить, тут потрібно ще подавати різні сигнали на ці контакти для завантаження. Також на GPIO0 має бути НИЗЬКИЙ сигнал під час програмування, GPIO15 запобігає запуску журналу, якщо витягнуто НИЗЬКИЙ сигнал.

Так що, якщо периферійні пристрої підключені до цих контактів, ми можемо зіткнутися з проблемами під час спроби завантажити новий код або

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прошити ESP32 з новою мікропрограмою, оскільки ці периферійні пристрої перешкоджають входу ESP32 у правильний режим.

Так що краще їх не використовувати для підключення наших елементів, бо приносять багато незручностей. Ці GPIO, що краще не використовувати (у нашому випадку GPIO0 немає) зображено на рисунку 2.8.

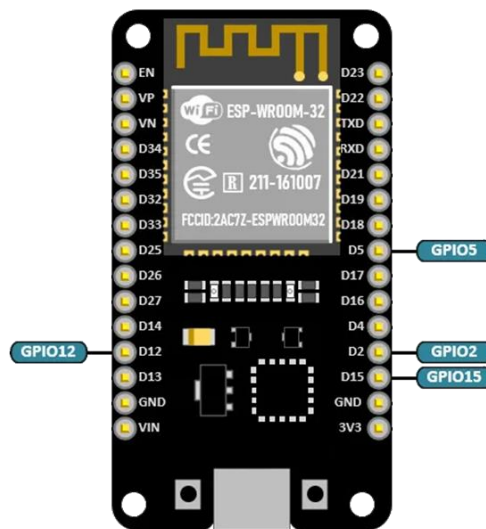


Рисунок 2.8 – GPIO, що краще не використовувати

Отже, після відкидання використання цих контактів у нас ще залишилось 25 контактів для користування. Розберемо ці контакти для розуміння куди і що можна підключати. Контролер має контакт для використання системою, тобто сюди також нічого не потрібно підключати, бо цей контакт для різних системних рішень, як-от перезавантаження, скид до заводських налаштувань, програмування. Має три контакти для живлення наших елементів. Також можна живити і сам мікроконтролер, але зручніше користуватися вже готовим портом USB Type-C для живлення. Схема цієї USB частини до контролера зображена на рисунку 2.9.

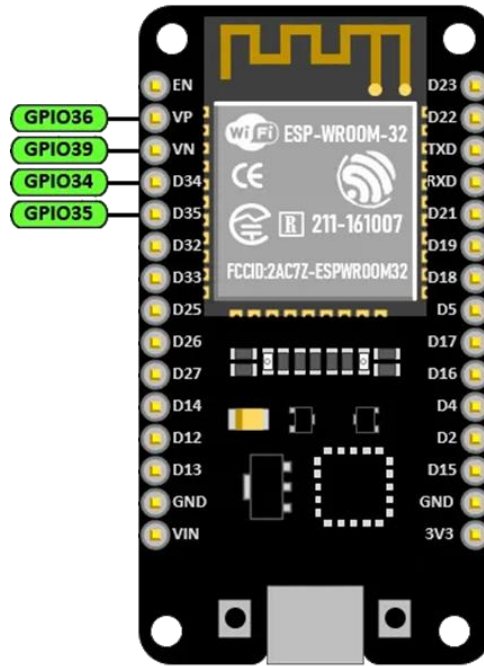


Рисунок 2.10 – GPIO що не можуть бути налаштованими як вихід

Також потрібно розібратися з контактами, що можуть слугувати для різних завдань. На нашій платі є багато різних інтерфейсів, і кожен з них працює на певних контактах. В загальному, ESP32 має 2 інтерфейси UART з контролем потоку та підтримкою IrDA, три інтерфейси SPI й один інтерфейс I2C для підключення різних датчиків і периферії, а також два інтерфейси I2S для додавання звуку в ваш проєкт, 9 GPIO з ємнісним датчиком дотику, два 8-розрядних ЦАП для генерації справжніх аналогових напруг, 25 контактів ШІМ для керування швидкістю двигуна чи яскравістю світлодіода, 15 каналів 12-розрядного АЦП SAR з діапазонами вибору 0-1 В, 0-1,4 В, 0-2 В або 0-4 В.

Отже, існує кілька типів GPIO: лише цифрові, аналогові, ємнісні сенсорні тощо. Аналогові GPIO та ємнісні сенсорні GPIO можна налаштувати як цифрові GPIO. Більшість із цих цифрових інтерфейсів вводу-виводу можна налаштувати за допомогою внутрішнього підтягування чи витягування, або встановити високий імпеданс.

Завдяки функції мультиплексування контактів ESP32, яка дозволяє декільком периферійним пристроям спільно використовувати один контакт

GPIO. Наприклад, один контакт GPIO може працювати як вхід АЦП, вихід ЦАП або сенсорна панель.

Детальна розпіновка нашого ESP32 зображена на рисунку 2.11.

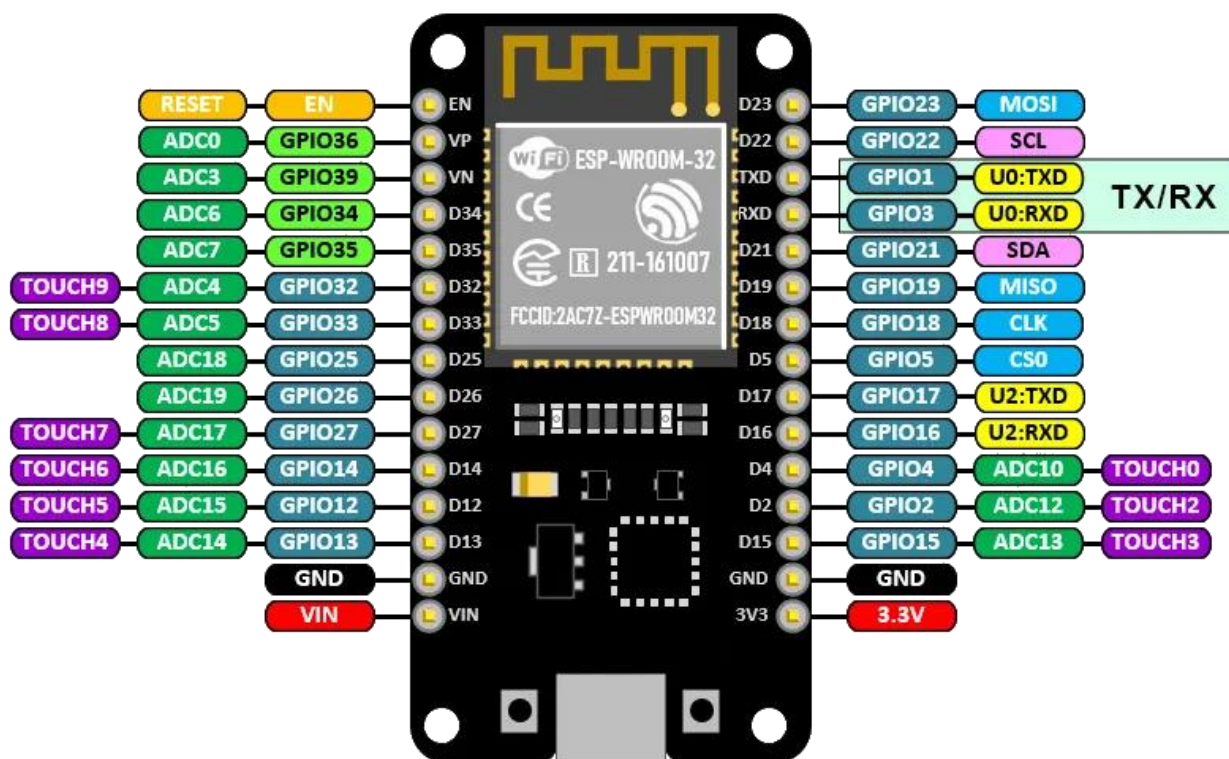


Рисунок 2.11 – Розпіновка ESP32 на 30 контактів

АЦП ESP32 є 12-розрядним АЦП, що означає, що він може виявляти 4096 (2^{12}) дискретних аналогових рівнів. Іншими словами, він перетворює вхідну напругу в діапазоні від 0 до 3,3 В (робоча напруга) у цілі значення в діапазоні від 0 до 4095. Це призводить до роздільної здатності 3,3 вольт / 4096 одиниць, або 0,0008 вольт (0,8 мВ) на одиницю. Крім того, роздільна здатність АЦП і діапазон каналів можна встановити програмно.

Контакти АЦП (рисунок 2.12) нам знадобляться для підключення пристроїв, що будуть надсилати на ці контакти аналоговий сигнал. В нашому випадку це може бути датчик газів, датчик полум'я тощо. Також ці контакти можна було б використати для підключення датчиків струму та напруги, але це можна було б використовувати, якби ми користувалися не нашим датчиком

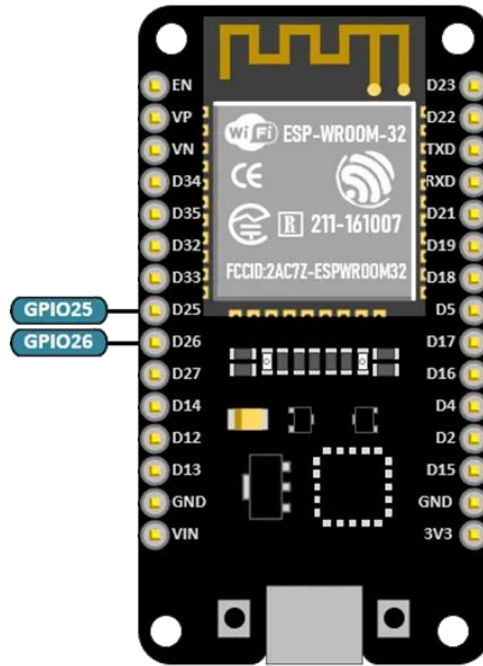


Рисунок 2.13 – Контакти з ЦАП

Також ESP32 має 9 ємнісних сенсорних GPIO (рисунок 2.14). Коли ємнісне навантаження (наприклад, палець людини) знаходиться в безпосередній близькості від GPIO, ESP32 виявляє зміну ємності.

Ми б могли зробити сенсорну панель, прикріпивши до цих контактів будь-який струмопровідний предмет, наприклад алюмінієву фольгу, струмопровідну тканину, струмопровідну фарбу тощо, але нам цього не потрібно, тому ми не використовуватимемо ці контакти, як ємнісні сенсори.

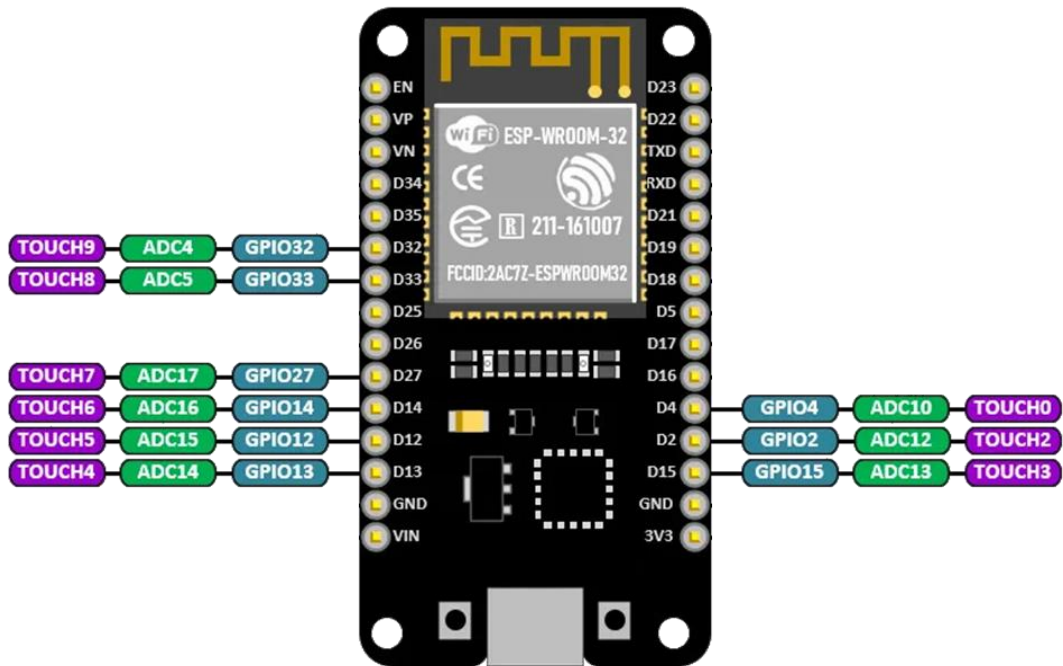


Рисунок 2.14 – Контакти з ємнісними сенсорами

Ще плата має 21 канал (усі GPIO, крім тих GPIO, що лише для введення) ШІМ-контактів, керованих ШІМ-контролером. ШІМ-вихід можна використовувати для керування цифровими двигунами та світлодіодами. ШІМ-контролер складається з ШІМ-таймерів, ШІМ-оператора та спеціального підмодуля захоплення. Кожен таймер забезпечує синхронізацію в синхронній або незалежній формі, і кожен оператор ШІМ генерує сигнал для одного каналу ШІМ. Спеціальний підмодуль захоплення може точно фіксувати події за допомогою зовнішнього часу. Так що нам не потрібно використовувати сигнали ШІМ, бо не будемо користуватися ні двигунами, ні світлодіодами (окремо). Ці контакти зображено на рисунку 2.15.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Попри ці всі визначеності ми можемо розрядити протокол SPI на будь-яких контактах GPIO за допомогою команд.

Ще, це є для нас важливо, ESP32 має два інтерфейси шини I2C, але не має спеціальних контактів I2C. Замість цього він дозволяє гнучке призначення контактів, тобто будь-який контакт GPIO можна налаштувати як I2C SDA (лінія даних) і SCL (лінія годинника).

Однак GPIO21 (SDA) і GPIO22 (SCL) зазвичай використовуються як контакти I2C за замовчуванням, щоб людям було легше використовувати наявний код, бібліотеки та ескізи Arduino. Тому й ми можемо використовувати ці контакти для підключення лінії даних (SDA) та лінії годинника (SCL) нашого дисплея. Тобто контакт SDA дисплея підключається до GPIO21 (SDA) нашого контролера та SCL дисплея підключається до GPIO22 (SCL) контролера. Контакти SDA та SCL інтерфейсу I2C до яких ми зможемо підключити дисплей чітко видно на рисунку 2.16.

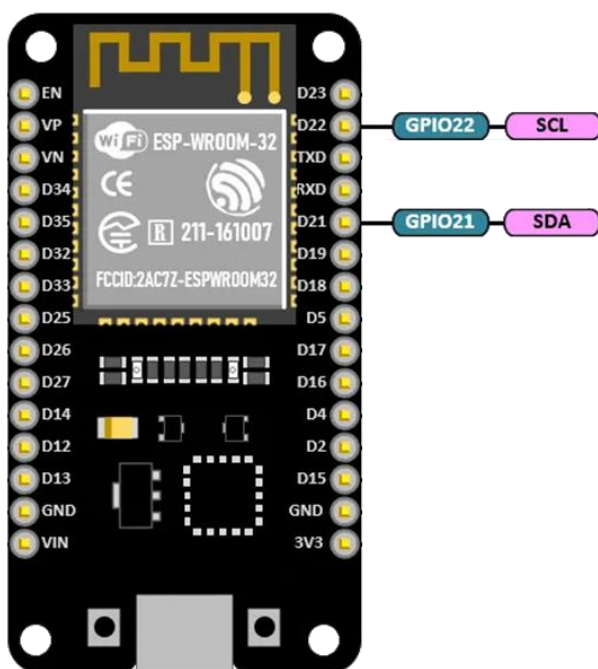


Рисунок 2.17 – Контакти SDA та SCL інтерфейсу I2C

ESP32. плата має три інтерфейси UART: UART0, UART1 і UART2, які підтримують асинхронний зв'язок (RS232 і RS485) і IrDA зі швидкістю до 5

Мбіт/с. Контакти UART0 підключаються до конвертера USB-to-Serial і використовуються для перепрошивки та налагодження. Тому не рекомендується і ми не будемо використовувати контакти UART0. Контакти UART1 зарезервовані для вбудованої мікросхемної флешпам'яті. До цих контактів взагалі неможливо підключитись напряму на цій платі розробника, що ми маємо. UART2 для нас є безпечним варіантом для підключення до UART-пристроїв, таких як GPS, датчик відбитків пальців, датчик відстані тощо. Крім того, UART забезпечує апаратне керування сигналами CTS і RTS, а також керування програмним потоком (XON і XOFF).

Тобто саме цей UART ми можемо використовувати для підключення елементів (у нашому випадку це датчик Pzem 004T), що використовують UART для передачі даних. Бо фізично ми маємо два інтерфейси UART, але саме UART2 ми можемо безпечно використовувати, щоб у нас не з'явилося жодних проблем. Контакти з інтерфейсом UART зображено на рисунку 2.18.

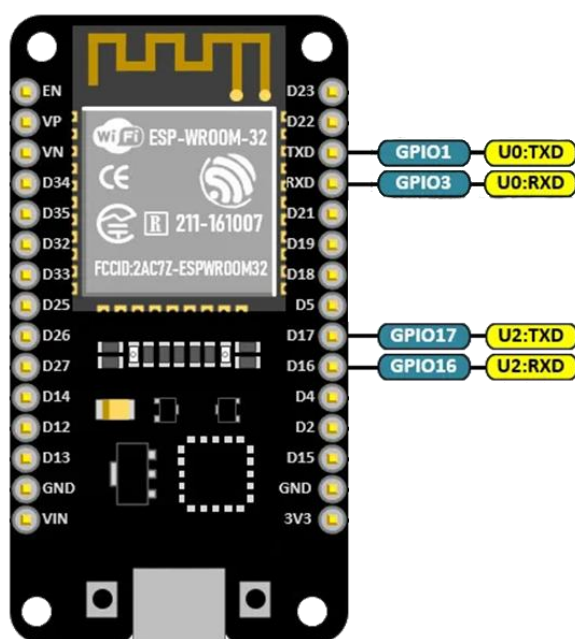


Рисунок 2.18 – Контакти інтерфейсу UART

Також потрібно підкресли, що плата має дві кнопки: EN для скидання (натискання цієї кнопки скидає систему) та Boot (завантаження). Утримуючи

кнопку Boot і натискаючи кнопку EN, запускається режим завантаження мікропрограми. Потім користувач може завантажити прошивку через послідовний порт. Але ми можемо і не користуватися цими кнопками для повноцінної нашої роботи, і спокійно завантажувати прошивку без використання цих кнопок.

2.3 Особливості підключення датчиків до контролера

Відтак, ми визначились, що є контакти до яких краще не підключатись, є контакти які слугують тільки на вхід, є контакти, що використовують АЦП для підключення датчиків з використанням ними аналогового сигналу, є більшість контактів для використання датчиків з цифровим сигналом, є контакти з конкретно визначеними інтерфейсами, які ми можемо використовувати для підключення елементів, що використовують саме ці інтерфейси. Знаючи це все, ми можемо розпочинати проєктування підключення різних наших елементів до конкретних контактів нашої плати [48, 49].

До слова, ми можемо упустити постійне згадування про підключення контактів GND (-) та VCC (+) того чи іншого елемента до контактів GND (-) та VIN (+5 В) відповідно. Це потрібно зробити, щоб не повторюватись, бо і так зрозуміло, що кожен елемент має підключатися до цих контактів для живлення. Проте можна буде зауважувати в тих випадках, якщо наш «плюс» елемента буде називатись по інакшому.

Як можна побачити з попередніх слів, наші елементи будуть підключатися саме VIN, що дає нам 5 В напруги. Звичайно, ми б могли деякі датчики підключити до контакту 3V3 контролера, цей контакт видає 3,3 В напруги, яка також може використовуватись для живлення певних датчиків та елементів. Але потрібно завжди звертати увагу на цей момент, бо деякі підключені елементи працюють краще з 5 В чи з 3,3 В напруги.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, почнемо з підключення модуля активного зумера тому, що це наш найпростіший елемент проєкту. Цей елемент має три контакти, два з яких слугують для живлення та один контакт (називається S) використовується для отримання сигналів для видавання ним звуку. Цей контакт ми можемо підключити до будь-якого контакту GPIO (крім контактів, що не можуть використовуватись для виходу сигналу та nereкомендованих контактів GPIO). Надалі ми взагалі не згадуватимемо ці nereкомендовані контакти (GPIO0, GPIO2, GPIO5, GPIO12, GPIO15). Також потрібно запам'ятати, що контакти GPIO21 і GPIO22 зарезервовані виключно під LCD дисплей, а контакти GPIO16 і GPIO17 під Pzem 004T. Тому немає значення до якого з можливих для підключення контактів підключати (окрім з цих зарезервованих вище перерахованих) ми вирішуємо підключити контакт S зумера до контакту GPIO13 контролера.

Далі ми плануємо найкраще підключення для датчика газів MQ-2. Цей датчик має чотири контакти (два для живлення та два (A0 і D0) для передачі даних). Контакт D0 передає цифровий сигнал мікроконтролера у разі виявлення ним певного газу. Датчик має потенціометр для регулювання мінімального значення при якому буде спрацьовувати датчик, що буде давати цифровий сигнал, коли концентрація газу перевищує це встановлене значення. Ми маємо підключити цей контакт до цифрового входу нашого мікроконтролера. Проте краще використовувати контакт A0, що буде віддавати аналоговий сигнал, який залежить від концентрації газу в повітрі. Там ми зможемо конкретно бачити яке значення газу є в повітрі, а вже потім під ці різні значення можна буде робити різні попередження про можливу небезпеку. Щоб скористатися, нам треба підключити контакт A0 датчика до аналогового входу мікроконтролера. В нас контактів з аналоговим входом є багато, проте для надійного використання ми можемо використовувати тільки контакти з ADC, ADC1 тут не підходить, бо мікроконтролер буде використовувати WiFi. Тому ми підключатимемо контакт A0 датчика до контакту GPIO33 (ADC5) ESP32.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі ми з'єднуватимемо датчик DHT11. Датчик має три контакти (два для живлення та один (DATA) для передачі даних). Контакт DATA використовується для передачі даних від датчика до мікроконтролера. Через цей контакт датчик надсилає цифровий сигнал, тому ми можемо підключити цей контакт до будь-якого цифрового входу ESP32. А це майже будь-який контакт GPIO. Отже, ми підключатимемо контакт DATA до контакту GPIO25 контролера.

Так само як датчик газів, датчик полум'я має чотири контакти (два для живлення та два (A0 і D0) для передачі даних). Тут контакт D0 передає цифровий сигнал контролеру у разі виявлення ним інфрачервоного значення певної величини. Це порогове значення можна регулювати за допомогою потенціометра. Контакт A0 видає аналоговий сигнал пропорційний рівню виявлення датчиком інфрачервоного випромінювання. Підключатися контакти можуть аналогічно, A0 до контактів контролера, що можуть сприймати аналоговий сигнал (саме ADC), D0 до цифрових контактів мікроконтролера. Тут краще використовувати цифрову передачу даних (вихід D0) від датчика до ESP32, бо нам не потрібні конкретні значення (аналогові дані), а потрібно лиш сповіщення датчика про виявлення полум'я. Тому ми підключаємо контакт D0 нашого датчика полум'я до контакту GPIO26 мікроконтролера.

Далі потрібно нам під'єднати наш дисплей. Оскільки ми використали повноцінний модуль LCD дисплея, а саме сам LCD дисплей з модулем інтерфейсу I2C, то в нас є всього чотири контакти (два є для живлення, один (SDA) для передачі даних та один (SCL) для годинника) для підключення. Детальніше, SDA (Serial DATA) є шиною послідовної передачі даних, і дані з цієї шини можуть передаватися у двох напрямках, а SCL (Serial Clock) це шина по якій йде тактування шини даних. Тому тут без різноманітних варіантів підключення, а конкретно ми будемо підключати контакт SDA до контакту SDA ESP32 (GPIO21) та контакт SCL до контакту SCL ESP32 (GPIO22).

Ну і на кінець в нас залишився найцікавіший датчик, а саме Pzem 004T. PZEM-004T підключатимемо до електромережі, індикаторні лінії (L і N)

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підключаються до фази й нульової лінії відповідно. Котушку ми пропускатимемо через фазний провід, та вихідні контакти (“+” та “-“) цієї котушки ми вставлятимемо у спеціальні отвори призначені для «плюса» та «мінуса» цієї котушки. Ці контакти пов’язані з електромережею, а контактів, що підключаються до ESP32 є чотири: два для живлення (тут контакт «плюса» називається 5V), два (Rx та Tx) для передачі даних. На фізичному рівні датчик використовує інтерфейс зв'язку UART з TTL. Та зв'язок із цим компонентом здійснюється через UART за допомогою Modbus. Тому для підключення ми використовуватимемо контакти ESP32 з інтерфейсом UART, а саме другий (UART2). UART є загальним послідовним протоколом для багатьох пристроїв та зазвичай складається з 2 контактів: TX для надсилання даних на пристрій на іншому кінці та RX для отримання даних від пристрою на іншому кінці. Наш мікроконтролер також має два контакти (Rx та Tx) інтерфейсу UART2. Важливо зазначити, що ці контакти Rx та Tx нашого мікроконтролера та датчика мають підключатися навхрест між датчиком і контролером (рисунок 2.19). Таким чином, що Rx від одного пристрою має переходити до Tx іншого, і навпаки. Це дивно, бо звикли підключати VCC до VCC, GND до GND, MOSI до MOSI тощо, але це має сенс, якщо подумати про це. Передавач має спілкуватися з приймачем, а не з іншим передавачем. Тому ми підключатимемо контакт Tx датчика до контакту Rx (GPIO16) ESP32, а контакт Rx датчика до контакту Tx (GPIO17) ESP32 [50, 51].

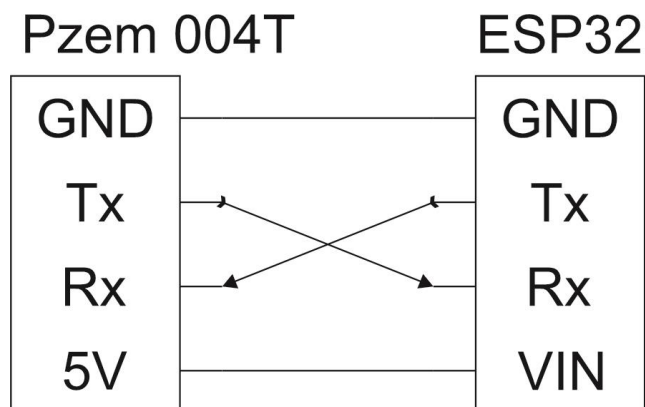


Рисунок 2.19 – З’єднання між Pzem 004T та ESP32

2.4 Опис схеми електричної принципової

Отже, після розуміння різних можливостей у використанні інтерфейсів мікроконтролера та розуміння принципів підключення окремих елементів до мікроконтролера було здійснене підключення цих елементів згідно з нашим попереднім аналізом особливостей їх підключення. Принцип з'єднання контактів датчика напруги та струму Pzem 004T до певних контактів мікроконтролера вже був розглянутий, тому нам залишилось розглянути як відбулось підключення інших елементів проєкту.

Почнемо з дисплея, було попереднє планування його підключення до строго визначених контактів з інтерфейсом I2C, тому тут без змін, і наш дисплей є підключений до контактів GPIO21 та GPIO22 мікроконтролера. Як саме усі контакти LCD дисплея підключення до контактів контролера зображено на рисунку 2.20. Тут усе просто, а саме живлення відбувається від 5 В (контакт VIN мікроконтролера), контакти GPIO21 та GPIO22 використовуються для SDA та SCL відповідно.



Рисунок 2.20 – З'єднання між LCD дисплеєм та ESP32

Підключення активного зумера відбулося так, як і планувалось, бо особливо не існує різниці куди під'єднувати його сигнальний контакт (S) з тієї причини, що він буде використовувати жоден, можна так сказати, інтерфейс, а буде просто на сигнальний контакт подаватися струм тієї чи іншої інтенсивності

і періодичності. Тому тут ми цей контакт під'єднали до GPIO13 мікроконтролера, а живитись він буде також від 5 В напруги, що дає нам контакт VIN контролера. Візуалізація підключення зумера до мікроконтролера зображена на рисунку 2.21.

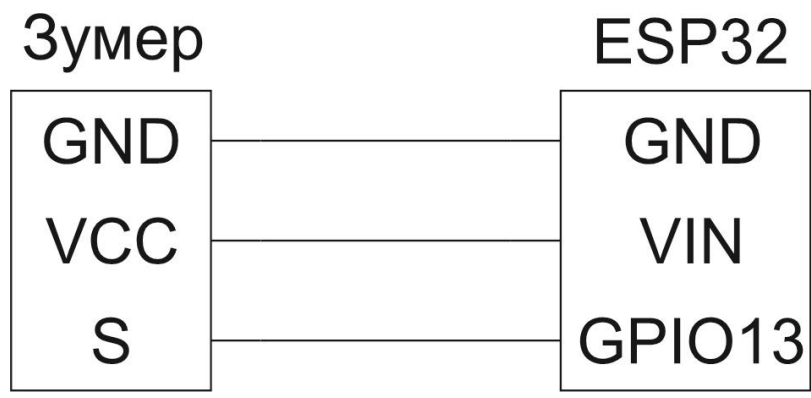


Рисунок 2.21 – З'єднання між зумером та ESP32

Далі у нас є датчик газів, що буде використовувати контакти мікроконтролера, які здатні отримувати дані за допомогою аналогового сигналу. Тому наш контакт датчика з'єднаний з GPIO34 (ADC6), який буде сприймати наш аналоговий сигнал. А живлення цього датчика також відбувається з 5 В напруги. Контакт D0 датчика з цифровим сигналом не підключений до мікроконтролера, бо нам цього не потрібно. Це зображено на рисунку 2.22.

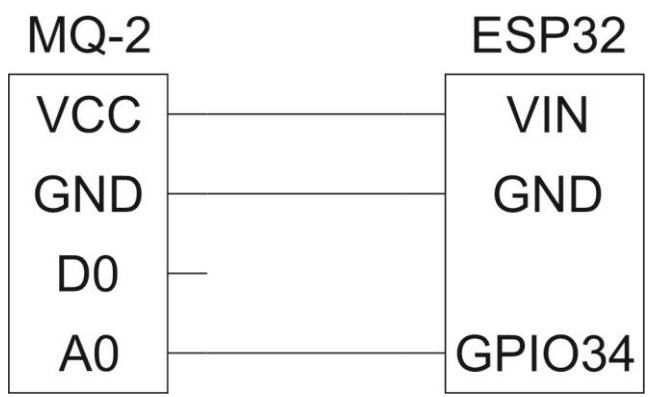


Рисунок 2.22 – З'єднання між датчиком MQ-2 та ESP32

Датчик полум'я KY-026 також живиться від 5 В напруги, а для передачі даних використовується цифровий сигнал, тому контакт датчика підключений до GPIO26 контролера. Тут контакт A0 датчика не підключений, бо ми будемо використовувати передачу даних лиш за допомогою цифрового сигналу. З'єднання контактів датчика полум'я та мікроконтролера зображено на рисунку 2.23.

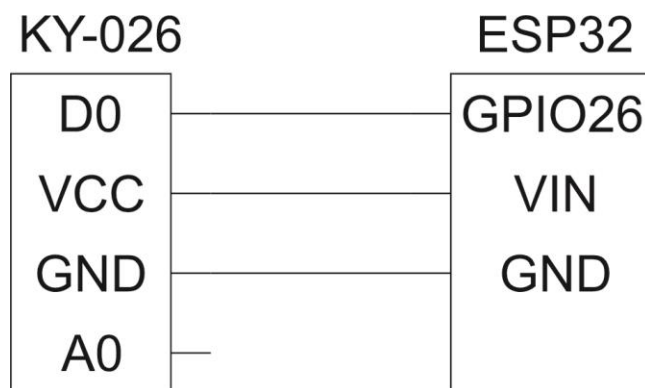


Рисунок 2.23 – З'єднання між датчиком полум'я та ESP32

Датчик вологості та температури також передаватиме дані цифровим сигналом, тому він підключений до GPIO25. А живлення відбувається також від контакту VIN контролера, що видає 5 В напруги. Як з'єднані контакти цього датчика та нашого мікроконтролера зображено на рисунку 2.24.

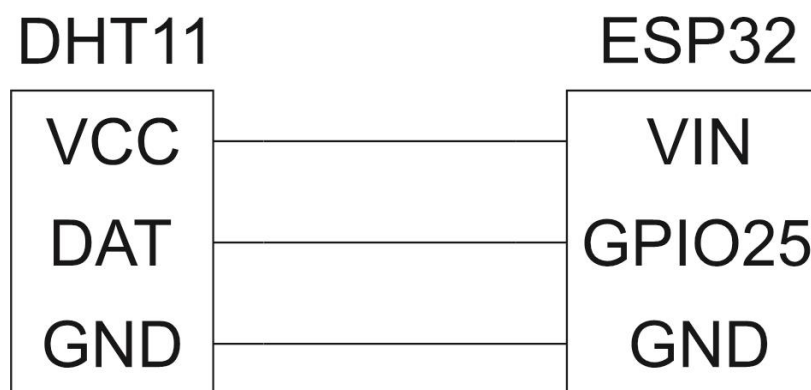


Рисунок 2.24 – З'єднання між датчиком DHT11 та ESP32

2.5 Висновки

Отож, ми змогли детально розглянути наш мікроконтролер у плані користування ним. Це є важливий аспект, щоб максимально ефективно ним користуватись. Також відбувся детальний аналіз наявних інтерфейсів, що можна використовувати при роботі з мікроконтролером.

В наслідок чого було остаточно зрозуміло які контакти нашого мікроконтролера ми можемо використовувати для підключення тих чи інших елементів нашого проєкту. Було чітко виявлено, що деякі елементи не мають широко вибору у підключенні їх до різних контактів, а мають підключатися до чітко визначених контактів. Ця інформація стала дуже важливою для того, щоб у нас не виникало жодних помилок при роботі пристрою.

Ще були визначені особливості підключення кожного елемента пристрою для надійної його роботи. Та на основі цих знань відбулося з'єднання контактів наших елементів до контактів мікроконтролера. На рисунку 2.25 зображена електрична функційна схема нашого пристрою після з'єднання усіх елементів.

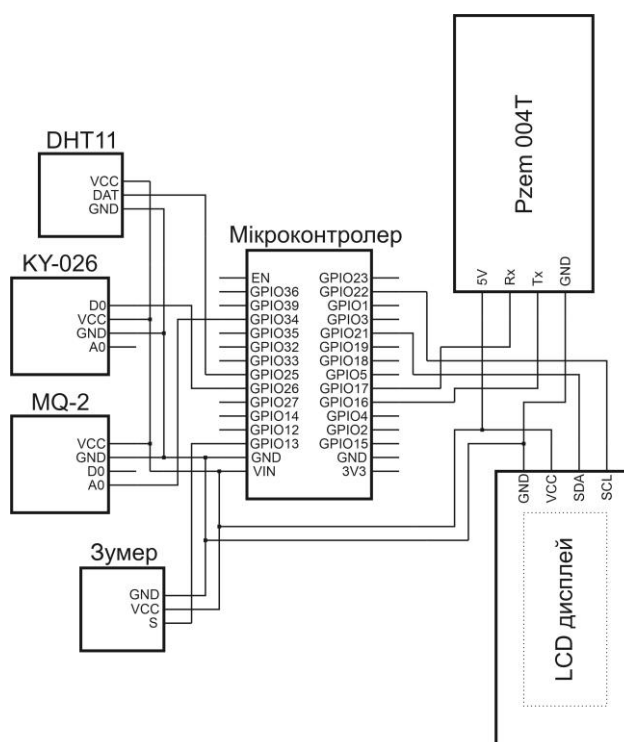


Рисунок 2.25 – Схема електрична функційна нашого пристрою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3 НАЛАГОДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ В СЕРВЕРНІЙ

3.1 Організація з'єднання елементів пристрою

Виявивши потребу у з'єднанні елементів пристрою зручним методом, зрозуміли потребу в детальному розгляді цього питання. Це важливе питання, яке на пряму впливає на простоту пристрою, надійність його, безпеку при роботі з ним. Є багато різних способів підключення, а саме спаяти між собою контакти елементів проводами, розробити плату та на плату припаяти наші елементи, а можна підключити елементи використовуючи з'єднувальні кабелі з конекторами для випнутих контактів наших елементів та використовуючи макетну плату.

Спаювання елементів має перевагу в тому, що відбудеться надійне кріплення контактів наших елементів один до одного. Проте це потрібно буде витрати певний додатковий час, а також мати вміння зробити це все правильно та акуратно, щоб не пошкодити жодну деталь. Цей варіант серед трьох вже сказаних є найменш вдалим для нас, тому краще розглянути наступні два інші варіанти.

Варіант з використанням плати для закріплення елементів є чудовим. Тоді б наші елементи надійно тримались одне одного, не було б ймовірності переривання контакту, а найголовніше елементи були б компактно складані, що зменшило б розмір нашого пристрою. Нам знадобилося б тоді замовити плату або самотужки розробити та виготовити плату, це б потребували додаткового часу, грошей та вміння припаяти самі елементи до плати таким чином, щоб не пошкодити розпайку плати.

Третім варіантом є використання звичних проводів з конекторами (рисунок 3.1) та макетною платою. Приблизна ціна такого проводка становить 1 гривню.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Проводки з конекторами

В плані надійності та компактності це рішення є не найкраще, проте це нічого додаткового не коштує, бо наші елементи й так вже з'єднані цими контактами, а також у нас уже є макетна плата. Це рішення дозволяє в майбутньому легко відключати та підключати елементи, легко міняти контакти до яких ці елементи підключенні, а також дозволяє виводити різні елементи на певну відстань від нашого мікроконтролера. Наприклад, у нас є потреба у виведенні елементів на певну відстань від мікроконтролера для того, щоб датчик полум'я, газів, вологості та температури могли отримувати дані про середовище, інакше буде не можливо отримувати коректні дані від цих датчиків.

Отже, для з'єднання елементів проекту будуть використовуватись проводки з конекторами та буде використовуватись макетна плата. Макетна плата (рисунок 3.2) у нас уже є, проте вона занадто велика для компактного складання елементів пристрою в коробку, макетна плата містить стільки контактів, скільки в нашому проекті є непотрібно. За таку макетну плату ми заплатили 80 гривень.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

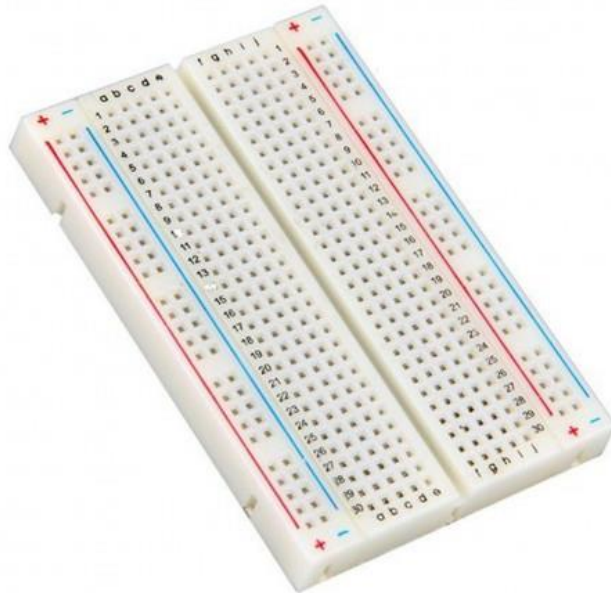


Рисунок 3.2 – Велика макетна плата

Тому потрібно вибрати якусь набагато меншу плату, що буде мати достатню для нас кількість контактів та вміщатись в коробку. Проаналізувавши це все, вирішили використати найменшу плату, яку можна було знайти. Ця макетна плата зображена на рисунку 3.3. Ціна такої плати становить близько 20 гривень.



Рисунок 3.3 – Маленька макетна плата

У цій макетній платі також більше отворів, ніж нам потрібно, але на жаль ще меншої макетної плати немає у продажі. Хоча ця плата все одно спокійно уміщається в коробці.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.2 Опис розробленого пристрою

Отже, у нас є повністю готовий пристрій. Всі елементи між собою з'єднані проводками з конекторами, а також використовується макетна плата. Всі елементи нашого пристрою компактно укладені на свої місця з їх міцним прикріпленням до корпусу нашої чорної коробки. Датчик Pzem 004T та наш мікроконтролер прикріплені до низу нашої коробки, а датчик газів, датчик полум'я, зумер та дисплей закріплені в кожному, спеціально для них зроблених, отворах. Отвори для датчика температури та вологості, для зумера, для датчика газів зображені на рисунку 3.4 (відповідно до тексту розташовані отвори). Дисплей, що закріплений у своєму отворі зображений на рисунку 3.5.



Рисунок 3.4 – Отвори для двох датчиків та зумера



Рисунок 3.5 – Дисплей на своєму місці

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Є отвір (рисунок 3.6) для, що використовується для вставлення проводу з USB Type-C конектором для живлення (в тому числі усіх інших елементів) чи перепрограмування нашого контролера.



Рисунок 3.6 – Отвір для USB Type-C

З протилежного боку є чотири маленьких отвори для проводів, що заходять у датчик Pzem 004T. Наша коробка з усіма елементами закрита та прикріплена до дерев'яної дощечки. До цієї дощечки також прикріплена розетка. До цієї розетки приходять три проводи («земля», «фаза», «нуль»), а від розетки виходять проводи «фаза» та «нуль», що заходять у коробку і входять у відповідні отвори в датчику Pzem 004T. Також у нас є котушка, через яку проходить фазний провід, що приходить до розетки, а двоє проводів («плюс» та «мінус») з цієї котушки входять у нашу коробку та входять у відповідні отвори в датчику Pzem 004T.

Наш пристрій вимірює напругу та струм будь-якого приладу, що підключений у цю розетку, з точністю та показує дані на дисплеї, а також показує ці дані у застосунку. У пристрої так само на дисплеї показуються дані про вологість та температуру повітря та відповідно показуються ці дані у застосунку. Дані від датчика газів показуються тільки у застосунку. При перевищенні певного значення рівня певних газів приходить повідомлення від цього застосунку. Так само відбувається і з температурою, коли температура

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вище чи менше якогось значення приходить відповідне сповіщення. Датчик полум'я коли зафіксує інфрачервоне світло з налаштованим нами значення, то в цей час видає звуки наш активний зумер, а також приходять сповіщення від застосунку про виявлення вогню. Зібраний пристрій з усіма його елементами, розеткою та всіма під'єднаними проводами зображений на рисунку 3.7.

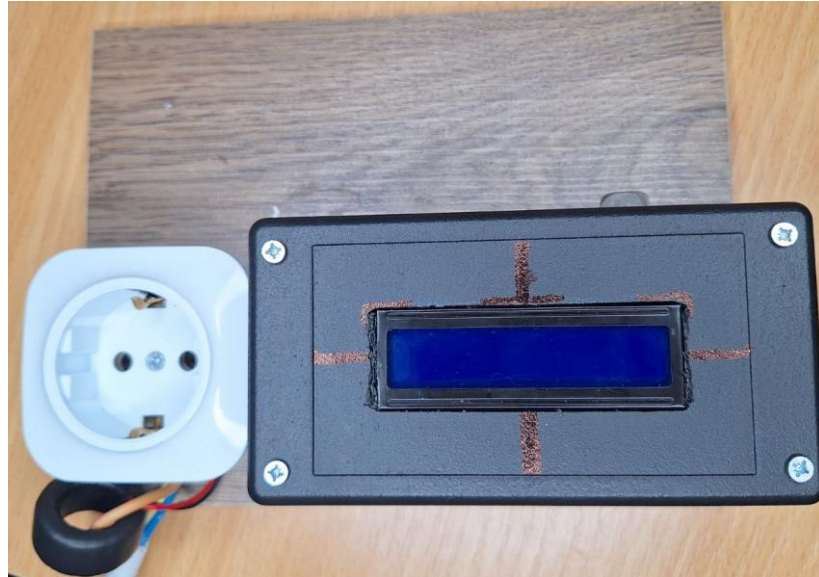


Рисунок 3.7 – Пристрій

3.3 Тестування розробленою пристрою

Спочатку ми вставили провід для живлення нашого пристрою, в наслідок чого дисплей засвітився і на ньому було пусто перших декілька секунд. Далі з'явилися дані про вологість та температуру, а даних про струм та напругу не було, бо ми не підключили нашу «виделку» до електричної мережі. Далі ми підключили нашу «виделку» до електричної мережі, після чого на дисплеї з'явились дані про напругу, а про струм не було, бо ми не підключили жодного пристрою, що споживає цей струм. Після підключення термоклеючого пістолета у нашу розетку, ми отримали дані про струм, що споживає цей підключений пристрій, і дані про це з'явилися на дисплеї. Це зображено на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Пристрій підключений до живлення та відображенні дані на дисплеї

Ці всі показники також відображались у застосунку. Також у застосунку відображався рівень газів, і коли ми напускали газу з запальнички чи щось відпалювали, то цей рівень збільшувався. Ми це спостерігали, а коли цей рівень перевищував нами встановлений, то приходили сповіщення про виявлення диму.

Коли ми наводили датчик полум'я на вогонь, то нам приходили відповідні сповіщення у застосунку, а також наш зумер пищав. Вогонь від простого сірника він бачить десь на відстані близько одного метра. Хоча це маленьке джерело вогню, тому більше джерело вогню він буде на більшій відстані бачити. Також за допомогою потенціометра чутливість датчика можна змінювати.

При підключенні інших пристроїв у нашу розетку рівень струму відповідно змінювався.

Датчик температури також добре працює, бо ми змінювали навколишню вологість та навколишню температуру, так що змінювались показники відповідно.

Отже, усі наші елементи правильно працюють.

3.4 Висновки

Отже, був проведений розбір різних переваг та недоліків способів з'єднання наших елементів. Та було вирішено використовувати для з'єднання проводи з конекторами та використовувати макетну плату. А також вдало склали усі елементи в коробку для компактного та надійного їх розташування.

В кінці, ми отримали повністю готовий розроблений пристрій.

Також були проведені тести для виявлення та подальшого усунення можливих помилок, які можуть виникнути під час роботи нашого пристрою. В кінці чого, можна з упевненістю сказати, що наш пристрій працює надійно та виконує усі потрібні та навіть більше функції.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Отже, у нас вийшло вдало реалізувати запланований проєкт, що передбачав створення пристрою вимірювання температури, вологості повітря в приміщенні та вимірювання напруги та струму споживаної сервером, що знаходиться в цьому самому приміщенні.

Було проведено детальний аналіз потреб та вимог для підтримки безпеки та ефективності серверного обладнання. Аналіз потрібен був для розуміння необхідних елементів, щоб повною мірою реалізувати проєкт, який буде повністю задовольняти потреби та вимоги. Також після аналізу різних мікроконтролерів, що можуть бути використаними в нашому проєкті, був вибраний мікроконтролер DevKitv1 ESP-WROOM-32. В наслідок проведення аналізу різних датчиків, що потрібні нам для пристрою, були вибрані датчик газів, датчик полум'я, датчик вологості та температури, датчик струму та напруги. Також проаналізувавши, виявили потрібність у використанні дисплея та динаміка для сповіщення про різні типи інформації.

Після цього був проведений аналіз самого мікроконтролера, а саме можливості, що надає нам мікроконтролер у плані наявності різноманітних інтерфейсів. Ще були чітко визначені контакти мікроконтролера для підключення тих чи інших елементів проєкту. Був проведений детальний аналіз елементів для усвідомлення різних можливостей підключення, щоб максимально ефективно працювали усі елементи.

Після проведення різносторонніх типів аналізу, було здійснене підключення кожного елемента до мікроконтролера та завантаження на мікроконтролер відповідного програмного забезпечення.

Також був проведений тест самого пристрою для можливого виявлення різних помилок та перевірки роботоздатності пристрою, який має чітко виконувати поставлені завдання.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В наслідок чого, був створений повноцінний пристрій, що відображає різні дані з датчиків на дисплеї та в застосунку, а також може сигналізувати про певні небезпеки за допомогою динаміка та надсилання різних сповіщень у застосунку.

У підсумку всього, було отримано дуже багато нових знань, а саме знання про наявність різних мікроконтролерів для розробки, наявність у них тих чи інших характеристик, різноманітні інтерфейси та як вони працюють, наявність великої кількості різних датчиків та просто електротехнічних елементів та принципи їхньої роботи, тонкощі підключення електротехнічних елементів залежно від потреби у певних інтерфейсах. Також було отримано багато нових вмінь та покращено наявні вміння, наприклад, аналіз багатогранної інформації для правильного вибору електротехнічних елементів, акуратне поводження з мікроконтролером та датчиками для безпечного їхнього підключення та подальшої їхньої роботи, користування всіма новими елементами нашого проєкту.

Так що, проєкт став дуже чудовим джерелом нових знань та вмінь. А найголовніше, виконання цього проєкту супроводжувалось неймовірною кількістю позитивних емоцій.

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Вентиляція Серверної Кімнати. URL: <https://karno.ua/ua/ventilyaciya/ventilyatsiya-servernoj/> (дата звернення: 26.04.2024).

2. Моніторинг серверної кімнати і ЦОД. URL: https://netping.com.ua/monitoring_servernoi_kimnaty_i_cod.html (дата звернення: 26.04.2024).

3. Серверна кімната. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Серверна_кімната (дата звернення: 26.04.2024).

4. Що врахувати для вибору серверного ДБЖ? URL: <https://powercom.ua/dbzh-pcm-shcho-vrakhuvaty-dlia-vyboru-servernoho> (дата звернення: 27.04.2024).

5. Врятувати життя або заощадити. URL: <https://graal.ua/blog/vryatuvati-zhittya-abo-zaoschaditi-navischo-datchiki-dimu> (дата звернення: 28.04.2024).

6. Різновид пожежних датчиків, їхні особливості. URL: <https://oib.com.ua/riznovid-pozhezhnikh-datchikiv/> (дата звернення: 28.04.2024).

7. Датчик вологості та температури DHT12. URL: <https://rajguruelectronics.com/ProductView?tokDatRef=NTE3&tokenId=NTM=&product=DHT12%20SENSOR> (дата звернення: 01.05.2024).

8. DHT11 – цифровий датчик температури та вологості. URL: <https://itmaster.biz.ua/directory/sensors/dht11.html> (дата звернення: 01.05.2024).

9. DHT11 DHT22 датчик вологості та температури, підключення до Arduino. URL: <https://qazf.com.ua/dht11-dht22-arduino/> (дата звернення: 01.05.2024).

10. KY-026. URL: <https://kosmodrom.ua/piroelektrichniy-datchik/ky-026.html> (дата звернення: 03.05.2024).

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Датчик вогню, полум'я для Arduino. URL: <https://diylab.com.ua/p70555658-datchik-vognyu-polumya.html> (дата звернення: 03.05.2024).

12. ІЧ датчик вогню, полум'я для Arduino. URL: <https://ardu.prom.ua/ua/p371138126-datchik-ognya-plameni.html> (дата звернення: 03.05.2024).

13. Модуль аудіопідсилювача моно 3Вт класу D на MAX98357. URL: <https://arduino.ua/ru/prod4112-modul-aydioysilitelya-mono-3vt-klassa-d-na-max98357> (дата звернення: 05.05.2024).

14. Модуль microSD карти. URL: <https://arduino.ua/prod1601-modul-micro-sdtf-card> (дата звернення: 05.05.2024).

15. Що таке зумер: робота та його застосування. URL: <https://www.elprocus.com/buzzer-working-applications/> (дата звернення: 05.05.2024).

16. Системи пожежної сигналізації: навч посіб. / І. Я. Кріса, О. І. Воробйов; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльн. – Л.: Вид-во Львів. політехніки, 2013.

17. MQ-2 датчик газу, диму LM393. URL: <https://collider.prom.ua/ua/p755747092-datchik-gaza-dyma.html> (дата звернення: 05.05.2024).

18. Датчик газу, диму MQ-2. URL: <https://diyshop.com.ua/ua/datchik-gaza-dyma-mq-2> (дата звернення: 06.05.2024).

19. Датчик напруги ZMPT101B. URL: <https://itmaster.biz.ua/directory/sensors/zmpt101b.html> (дата звернення: 07.05.2024).

20. Неінвазивний датчик змінного струму SCT-013-030 (30A). URL: <https://arduino.ua/prod245-neinvazivnii-datchik-peremennogo-toka-sct-013-030-30a-max> (дата звернення: 07.05.2024).

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Розумний лічильник електроенергії IoT з ESP32 і Blynk 2.0. URL: <https://how2electronics.com/iot-smart-electricity-energy-meter-with-esp32-blynk-2-0/> (дата звернення: 07.05.2024).

22. ACS712 датчик струму (5A-20A-30A). URL: <https://myproject.com.ua/ru/acs712-modul-datchika-toka-20a-ru.html> (дата звернення: 07.05.2024).

23. Пристрій моніторингу енергоспоживання своїми руками за допомогою ESP32. URL: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/diy-real-time-energy-monitoring-device-using-esp32> (дата звернення: 07.05.2024).

24. Вимірювач параметрів споживаної енергії PZEM-004T v3.0 100A. URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/izmeritel-potrebleniya> (дата звернення: 08.05.2024).

25. PZEM-004T. URL: <http://en.peacefair.cn/products/3487.html> (дата звернення: 11.05.2024).

26. PZEM-004T-100A v3.0. URL: <https://github.com/mandulaj/PZEM-004T-v30/tree/master> (дата звернення: 11.05.2024).

27. Одноплатний комп'ютер. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Одноплатний_комп%27ютер (дата звернення: 29.04.2024).

28. Мікроконтролер. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікроконтролер> (дата звернення: 29.04.2024).

29. Найкращий мікроконтролер для IoT для підвищення рівня розвитку IoT. URL: <https://www.dusuniot.com/uk/blog/best-microcontroller-for-iot-to-elevate-your-iot-development/> (дата звернення: 29.04.2024).

30. Що таке Arduino? URL: <https://doc.arduino.ua/ru/about/> (дата звернення: 29.04.2024).

31. Arduino що це таке, і для його придумали. URL: <https://arduino.com.ua/ua/a390558-arduino-chto-eto.html> (дата звернення: 29.04.2024).

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

32. Що ж таке відлагоджувальна плата Arduino? URL: <https://www.robostore.com.ua/ua/info-arduino/> (дата звернення: 29.04.2024).

33. Плати Ардуіно. URL: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/> (дата звернення: 29.04.2024).

34. Різновиди плат Arduino: оригінали, клони та Arduino-подібні. URL: <https://bitkit.com.ua/riznovidi-plat-arduino-originali-kloni-ta-arduino-podibni> (дата звернення: 29.04.2024).

35. Огляд плат Arduino. URL: https://geekmatic.in.ua/the_different_arduinosaurs (дата звернення: 29.04.2024).

36. Raspberry Pi. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi (дата звернення: 29.04.2024).

37. ESP8266. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/ESP8266> (дата звернення: 29.04.2024).

38. ESP8266. URL: <https://blog.avislab.com/category/esp8266/> (дата звернення: 29.04.2024).

39. ESP32. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/ESP32> (дата звернення: 29.04.2024).

40. Мікроконтролер ESP32. URL: <https://itmaster.biz.ua/directory/microcontrollers/esp32.html> (дата звернення: 29.04.2024).

41. Що таке ESP? URL: <https://cyberdid.medium.com/що-таке-esp-d1267d5877cf> (дата звернення: 29.04.2024).

42. ESP Product Selector. URL: <https://products.espressif.com/#/product-selector?names=> (дата звернення: 29.04.2024).

43. Neil Cameron. Electronics Projects with the ESP8266 and ESP32: Building Web Pages, Applications, and WiFi Enabled Devices / Neil Cameron., 2020.

44. Beagle Board. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення: 30.04.2024).

					КРБКІ.2001124.20.01.07 ПЗ	Арк. 76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

45. Beagle Bone. URL: <https://arduino.ua/cat208-beaglebone> (дата звернення: 30.04.2024).

46. Розпинка ESP-WROOM-32. URL: <https://uk.fmuser.net/content/?13161.html> (дата звернення: 09.05.2024).

47. Довідка про розводку ESP32. URL: <https://lastminuteengineers.com/esp32-pinout-reference/> (дата звернення: 09.05.2024).

48. Основи мікропроцесорної техніки: лабораторний практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка» / В.С.Баран, Г.Г.Власюк, Ю.О.Оникієнко, О.І.Смоленська; – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. –140 с.

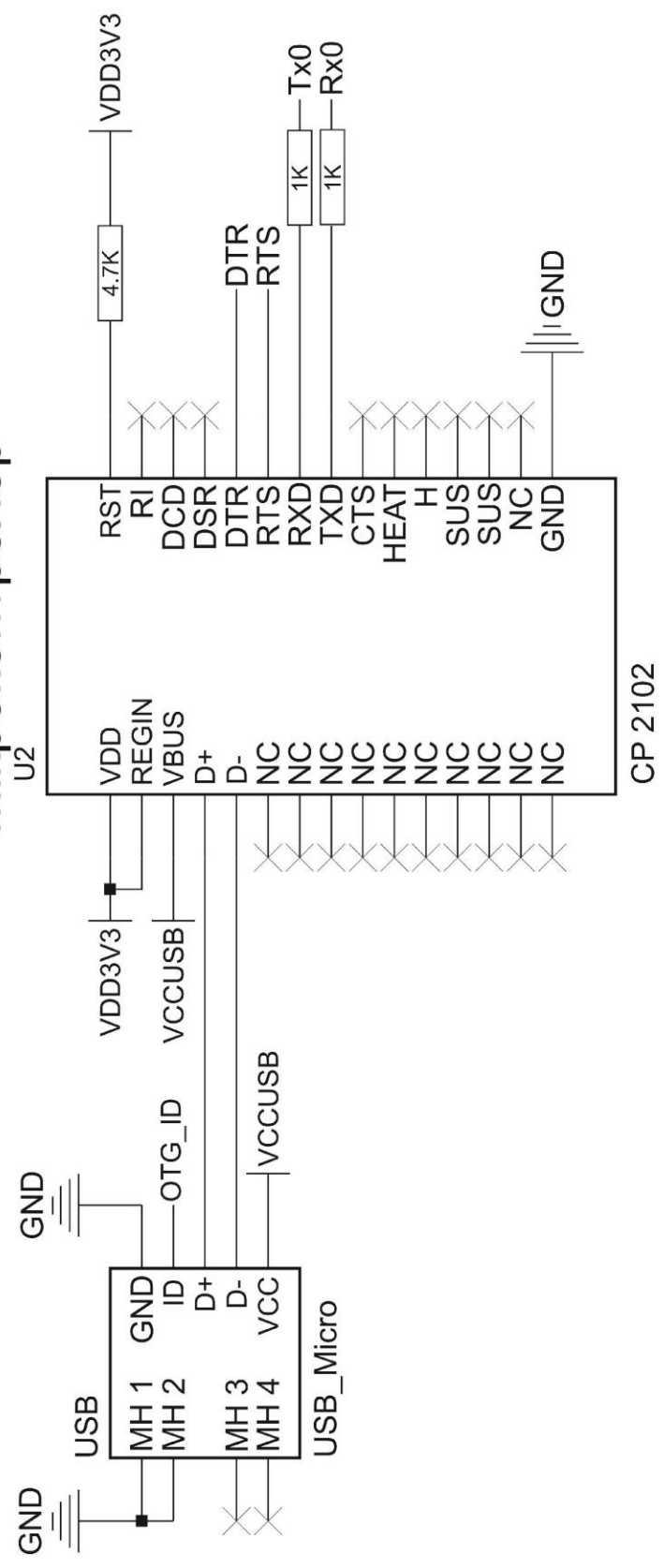
49. Marco Carvalho. Building Smart Home Automation Solutions with Home Assistant / Marco Carvalho., 2023.

50. Побудова систем обліку електроенергії об'єктів альтернативної енергетики. Калінчик В. П., Шиянов О. О., Філянін Д. В., Кульбачний П. В.2013.

51. Заславський О. М. Вимірювання електричної енергії методом безпосереднього інтегрування та подвійного сканування миттєвих значень струму та напруги / О. М. Заславський, В. В/ Кухарчук // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2008. – № 1(15). – С. 191–196.

КРБКІ.2001124.20.01.07 Е2

Мікроконтролер



КРБКІ.2001124.20.01.07 Е2		Літ.	Маса	Мікшудіт
Зм.Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Перевір.	Ключ Ю.П.		
Лічонгр.	Модифікації С.В.	Знавець	Ключ Г.П.	
Анотація: Забезпечення системи мейнфрейму розширенням в серед. комерційного апаратури проекту. Система мейнфрейму кінцевого зв'язу. Система електричної структури для підключення USB модуля.				Архив
				Архивув.
				1
				ХНУ, КІІ-20-1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Завідувачу кафедри кібербезпеки
к.т.н., доц. Кльоцу Ю.П.
Чорненького Святослава Віталійовича
ПБ здобувача вищої освіти

Студента ФІТ, 4 курсу, групи КІ1-20-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у хмельницькому національному університеті» від 31.08.2023, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

11.06.24.

дата



підпис

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилок в документах: 10%**

ID: 130368 Назва: Апаратне забезпечення системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення (в складі комплексного дипломного проекту "Система моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення") Додано в БД: 2024-06-13 Автора: Чорненький С.В. Керівники: Кльоц Ю.П. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	78905	705	759 (1%)	6 (1%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Ім'я користувача:
Кафедра кібербезпеки

ID перевірки:
1016358659

Дата перевірки:
13.06.2024 23:59:51 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
14.06.2024 10:06:32 EEST

ID користувача:
100008300

Назва документа: ЧорницькийС

Кількість сторінок: 73 Кількість слів: 12962 Кількість символів: 88525 Розмір файлу: 23.31 MB ID файлу: 1016163175

3.39% Схожість

Найбільша схожість: 0.46% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1009469030)

2.82% Джерела з Інтернету

358

Сторінка 75

1.31% Джерела з Бібліотеки

119

Сторінка 77

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

1

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КІБЕРБЕЗПЕКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Комплексна система захисту інформації в інформаційно-комунікаційній системі класу «1» Хмельницького національного університету

Автор: Чорненький Святослав Віталійович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: к.т.н., доц. Кльоц Ю.П.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

Оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Unicheck складає 96,61%, оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Anti-Plagiarism v-15.257 складає 99%.

Згідно з Положенням про систему забезпечення академічної доброчесності у ХНУ (<https://khmnu.edu.ua/wp-content/uploads/normatyvni-dokumenty/polozhennya/pro-systemu-zabezpechennya-akademichnoyi-dobrochesnosti.pdf>, Додаток В) кваліфікаційна робота, виконана за освітньо-професійною програмою, кількісні показники рівня унікальності тексту у відсотках до загального обсягу матеріалу в якій складає 75-100 %, визнається роботою з високою унікальністю тексту: «Текст вважається унікальним і не потребує додаткових дій щодо запобігання неправомірним запозиченням».

Керівник роботи



Юрій КЛЮЦ

Завідувач кафедри кібербезпеки



Юрій КЛЮЦ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
освітнього ступеня «бакалавр»

Студент Чорненький Святослав Віталійович

Тема Апаратне забезпечення системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення (в складі комплексного дипломного проєкту “Система моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення”)

Спеціальність 123 – Комп’ютерна інженерія

Обсяг кваліфікаційної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»:

кількість листів креслень 3; кількість сторінок записки 77.

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У кваліфікаційній роботі було розроблено апаратне забезпечення для системи моніторингу кліматичних та електричних параметрів приміщення. Ця система дозволяє моніторити електричні та кліматичні параметри, а також виявляти дим та полум’я у приміщенні.

2. Висновок про відповідність кваліфікаційної роботи завданню У кваліфікаційній роботі було виконано поставлене завдання як у теоретичній, так і в практичній частині.

3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У вступі роботи наведена загальна характеристика задачі, визначені об’єкт, предмет та методи дослідження, а також сформульована мета. У першому розділі зазначені задачі, що потрібно виконати для досягнення поставленої мети, проведений аналіз досліджуваної проблеми та обґрунтований підхід до її вирішення. Також у першому розділі був проведений детальний аналіз давачів, що можуть та будуть використовуватись для реалізації проєкту. У другому розділі відбулося розроблення пристрою контролю параметрів, а в третьому розділі було вже проведено тестування самого пристрою.

4. Позитивні сторони роботи Кваліфікаційна робота має практичну цінність. Пристрій можна поставити у приміщенні та моніторити кліматичні та електричні параметри, а також виявляти витік газу чи появу диму та виявляти вогонь.

5. Негативні сторони роботи В самому пристрої датчик полум'я має досить невелику зону видимості.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи Графічне оформлення кваліфікаційної роботи відповідає темі роботи та виконане з дотриманням стандартів. В цілому, графічне оформлення є якісним, а пояснювальна записка відповідає нормам оформлення.

7. Відгук про роботу в цілому Кваліфікаційна робота заслуговує позитивної оцінки, оскільки весь матеріал роботи поданий структуровано та послідовно, так що матеріал є чітко сформованим. Усі розділи роботи мають логічну послідовність, що сприяє зрозумінню викладеного матеріалу в рамках теми роботи. Графічний матеріал допомагає краще зрозуміти та наочно продемонструє доцільність та ефективність прийнятих рішень для досягнення мети.

8. Інші зауваження В переліку використаних джерел наявні посилання на частково старі статті та книги.

9. Оцінка кваліфікаційної роботи Враховуючи всі позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що вона заслуговує оцінки «відмінно».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Бойко Юрій Миколайович, _____

професор кафедри ТМІТ, доктор технічних наук _____

« 16 » червня 2024.

 _____ (підпис)