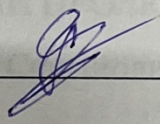
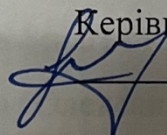


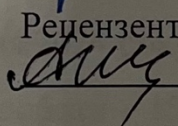
Міністерство освіти та науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

Пояснювальна записка
до бакалаврського дипломного проекту
на тему:
«ЗАРЯДНА SMART-СТАНЦІЯ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO»

Студента 4-го курсу групи 1СП-206
спеціальності «123 Комп'ютерна інженерія»
освітня програма «Системне програмування»


Добровольського Д. С.

Керівник:
 - к.т.н., доц. каф. ОТ Мурашенко О.Г.

Рецензент:
 к.т.н., доц. каф. ПЗ Ткаченко О.М.

Допущено до захисту

Зав. кафедри ОТ

д.т.н. проф. О. Д. Азаров

«___» _____ 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 123 – Інженерія програмного забезпечення

Освітньо-професійна програма – Системне програмування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ

д.т.н. проф. Азаров О. Д.

«6» лютого 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКИЙ ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ
Добровольському Даніілу Сергійовичу

1 Тема роботи – «Зарядна Smart-станція на платформі Arduino»

Керівник роботи: Муращенко Олександр Геннадійович к.т.н., доц. каф. ОТ,
затверджено наказом від 11 березня 2024 року №80.

2 Строк подання студентом роботи – 15 червня 2024 року.

3 Вихідні дані до роботи: технічні параметри зарядної станції – чотири порти USB з номінальною потужністю 24 Вт кожен (максимум 36 Вт на порт), підтримка технології Quick Charge, захист від короткого замикання, перенапруги, перегріву. Корпус зарядної станції повинен мати розміри (105x45x35) мм. Для живлення використовується джерело живлення з напругою 20В. Додаткові компоненти включають дві тактові кнопки та гніздо живлення 5.5 мм. Розробка здійснюється у середовищі Arduino IDE, для проектування корпусу використовується AutoCAD, а для виготовлення – 3D-принтер.

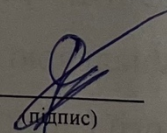
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки: вступ; актуальність теми дослідження; мета і завдання дослідження; об'єкт і предмет дослідження; метод дослідження; огляд існуючих рішень і аналіз їх недоліків; розробка електричної схеми зарядної станції; проектування корпусу та виготовлення за допомогою 3D-друку; розробка програмного забезпечення для керування зарядною станцією; тестування та аналіз роботи зарядної станції; висновки; список використаних джерел; додатки.

5 Дата видачі завдання 12.03.2024 р.. Календарний план виконання роботи наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 — Календарний план

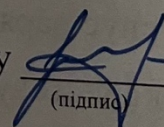
№ з/п	Назва етапів бакалаврського дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючих зарядних станцій, збір даних для порівняння	26.03.2024 – 01.04.2024	Вик.
2	Проектування електричної схеми	02.04.2024 – 09.04.2024	Вик.
3	Моделювання корпусу	10.04.2024 – 18.04.2024	Вик.
4	Виготовлення корпусу на 3D-принтері та збірка зарядної станції	19.04.2024 – 26.04.2024	Вик.
5	Розробка програмного забезпечення	27.04.2024 – 01.05.2024	Вик.
6	Тестування та аналіз результатів	02.05.2024 – 18.05.2024	Вик.
7	Оформлення матеріалів до захисту БДП	19.05.2024 – 28.05.2024	Вик.

Студент


(підпис)

Добровольський Д.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврського дипломного проекту


(підпис)

Муращенко О.Г.
(прізвище та ініціали)

Анотація

УДК 621.3

Добровольський Д.С. Зарядну Smart-станцію на платформі Arduino.

Бакалаврський дипломний проєкт зі спеціальності 123

«Комп'ютерна інженерія», освітня програма «Системне програмування».

Вінниця: ВНТУ, 2024. 73 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 15 назв; рис.: 24.

У бакалаврському дипломному проєкті виконано розробку та реалізацію багатофункціонального зарядного пристрою. Проведено аналіз існуючих рішень на ринку, визначено вимоги до створення зарядної станції, що включає чотири USB порти з підтримкою швидкої зарядки, дисплей для відображення струму та напруги на кожному порту, а також підрахунок спожитої електроенергії в ватт-годинах.

Проектування корпусу здійснено за допомогою AutoCAD, а виготовлення - на 3D принтері. Розроблено електричну схему та програмне забезпечення для плати Arduino, яке забезпечує функціональність пристрою. Тестування підтвердило працездатність зарядної станції та відповідність поставленим вимогам.

Результатом роботи є створення зарядної станції, яка надає користувачам зручний та інформативний спосіб зарядки декількох пристроїв одночасно, з можливістю моніторингу основних параметрів зарядки.

Abstract

Dobrovolsky D.S. Smart charging station on the Arduino platform. Bachelor diploma project in specialty 123 "Computer Engineering", educational program "System Programming". Vinnytsia: VNTU, 2024. 73 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 15 titles; Fig.: 24.

The bachelor's diploma project involved the development and implementation of a multi-functional charger. An analysis of existing solutions on the market was carried out, and the requirements for creating a charging station were determined, which includes four USB ports with support for fast charging, a display for displaying the current and voltage on each port, as well as a calculation of the consumed electricity in watt-hours.

The design of the housing was carried out using AutoCAD, and the production was carried out using a 3D printer. The circuit diagram and software for the Arduino board, which provides the functionality of the device, have been developed. The testing confirmed the functionality of the charging station and compliance with the requirements.

The result of the work is the creation of a charging station that provides users with a convenient and informative way to charge several devices at the same time, with the ability to monitor the main charging parameters.

Зміст

Вступ.....	7
1 Аналіз існуючих рішень та теоретичні основи.....	10
1.1 Огляд сучасних зарядних станцій.....	10
1.2 Порівняння функціональності та технічних характеристик	11
1.3 Огляд платформ для розробки зарядних станцій.....	16
1.4 Висновки щодо існуючих рішень.....	17
2 Проектування та розробка зарядної Smart-станції	20
2.1 Вибір компонентів та платформи	20
2.2 Розробка електричної схеми.....	28
2.3 Проектування та виготовлення корпусу	32
2.5 Програмне забезпечення та інтерфейс користувача	43
3 Тестування та результати роботи зарядної станції	48
3.1 Методологія тестування.....	48
3.2 Результати тестування та порівняння з існуючими рішеннями.....	50
3.3 Витрати та перспективи впровадження на ринок	52
Висновки.....	55
Список використаних джерел.....	57
Додаток А Технічне завдання.....	59
Додаток Б Лістинг програми	64
Додаток В Блок-схема роботи програмного забезпечення.....	71
Додаток Г Схема та розміри плати Arduino Pro Mini.....	72
Додаток Д Вигляд пристрою без корпусу	73
Додаток Е Потокіл перевірки кваліфікаційної роботи.....	74

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Добровольський Д.С.			Зарядна Smart-станція на платформі Arduino Пояснювальна записка	Літ.	Арк.
Перевір.		Мураченко О.Г.					6
Рецензент		Ткаченко О.М.				ВНТУ, гр. ІСП-206	
Н. Контр.		Швець С.І.					
Затверд.		Азаров О. Д.					
						Акрушів	73

Вступ

З розвитком технологій та зростанням кількості портативних пристроїв, таких як смартфони, планшети, ноутбуки та інші гаджети, потреба у швидкому та ефективному заряджанні стає дедалі актуальнішою. Ринок зарядних пристроїв активно розвивається, пропонуючи різноманітні рішення для зарядки пристроїв, проте багато з них не завжди відповідають всім вимогам користувачів. Одним з актуальних напрямків у цій сфері є розробка багатофункціональних зарядних станцій, які дозволяють заряджати кілька пристроїв одночасно, надаючи користувачам детальну інформацію про процес зарядки. Це дозволяє значно підвищити зручність та ефективність використання зарядних пристроїв.

Актуальність проекту обумовлена стрімким розвитком ринку електронних пристроїв та збільшенням кількості гаджетів, що потребують регулярного заряджання. Сучасні зарядні пристрої часто не задовольняють вимоги користувачів щодо функціональності та зручності, що підкреслює необхідність створення інноваційних рішень. Зарядна станція, яка пропонується у цьому проекті, об'єднує декілька корисних функцій, зокрема підтримку швидкої зарядки, моніторинг параметрів заряджання та підрахунок спожитої електроенергії. Це робить її актуальним рішенням для широкого кола користувачів, включаючи майстерні з ремонту смартфонів та інших електронних пристроїв.

Метою дипломного проекту є розробка багатофункціональної зарядної станції на платформі Arduino, здатної заряджати кілька пристроїв одночасно та надавати користувачеві інформацію про параметри заряджання. Досягнення цієї мети передбачає вирішення низки конкретних завдань, серед яких аналіз існуючих рішень, вибір оптимальної платформи та компонентів, розробка електричної схеми, створення програмного забезпечення, проектування корпусу та тестування готового пристрою.

Одним з ключових завдань проекту є аналіз існуючих зарядних пристроїв на ринку. Це дозволить виявити їхні недоліки та переваги, визначити основні тенденції розвитку та встановити вимоги до функціональності та технічних

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеристик нової зарядної станції. На основі цього аналізу буде обґрунтовано вибір платформи Arduino, яка забезпечує необхідну гнучкість та можливість швидкого прототипування.

Об'єктом дослідження в проєкті є процес заряджання електронних пристроїв. Зарядка є критично важливим аспектом для забезпечення ефективної роботи сучасних гаджетів, від яких залежить продуктивність і комфорт користувачів. Вибір оптимальних умов заряджання сприяє підвищенню ефективності роботи пристроїв, зменшенню їх зношування та підвищенню загальної безпеки експлуатації.

Предметом дослідження виступає багатофункціональна зарядна станція на платформі Arduino, яка має підтримувати одночасне заряджання кількох пристроїв та надавати користувачеві інформацію про параметри заряджання. Це включає моніторинг струму та напруги на кожному з портів, підрахунок спожитої електроенергії та відображення відповідних даних на дисплеї.

Методи дослідження, що використовуються в проєкті, включають аналіз технічної літератури, вивчення існуючих рішень на ринку, проектування електричних схем, програмування мікроконтролера, створення макетів і корпусу, а також експериментальне тестування і аналіз отриманих результатів. Використання платформи Arduino значно полегшує процес розробки завдяки наявності великої кількості доступних бібліотек та активної спільноти користувачів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у створенні багатофункціональної зарядної станції, яка поєднує в собі кілька важливих функцій, включаючи підтримку швидкої зарядки, моніторинг параметрів заряджання та підрахунок спожитої електроенергії. Крім того, розроблений пристрій має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача та здатен відображати графіки параметрів заряджання, що дозволяє детально аналізувати процес заряджання та приймати обґрунтовані рішення щодо його оптимізації.

Практичне значення роботи полягає у створенні готового до використання пристрою, який може знайти застосування у майстернях з ремонту смартфонів та

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інших електронних пристроїв, а також серед широкого кола користувачів, які прагнуть підвищити зручність та безпеку процесу заряджання своїх гаджетів. Розроблена зарядна станція забезпечує зручність та безпеку процесу заряджання, що є важливим фактором для професійного використання. Крім того, отримані результати можуть бути використані як основа для подальшого вдосконалення зарядних пристроїв та розробки нових функціональних можливостей.

Таким чином, даний дипломний проект спрямований на створення інноваційного зарядного пристрою, який задовольняє сучасні вимоги користувачів та має високий потенціал для комерційного впровадження. Розробка багатофункціональної зарядної станції на платформі Arduino дозволяє об'єднати гнучкість, ефективність та зручність використання в одному пристрої, що робить його актуальним та затребуваним на сучасному ринку.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Аналіз існуючих рішень та теоретичні основи

1.1 Огляд сучасних зарядних станцій

На сьогоднішній день ринок зарядних станцій представлений широким спектром пристроїв, що відрізняються за функціональністю, технічними характеристиками та ціною. Найпоширеніші рішення включають базові зарядні пристрої з одним або декількома портами USB[1], які забезпечують стандартну або швидку зарядку для мобільних пристроїв. Такі зарядні пристрої зазвичай мають обмежену функціональність, пропонуючи лише базові можливості зарядки без додаткових функцій моніторингу або керування процесом. Проте, на ринку також присутні більш просунуті моделі, які надають користувачам розширені можливості, такі як моніторинг параметрів зарядки, інтеграція з мобільними додатками для віддаленого керування та інші інноваційні функції. Розглядаючи ці пристрої, важливо враховувати різницю в технологіях, використовуваних для забезпечення швидкої та безпечної зарядки, а також можливості адаптації цих технологій до потреб професійного використання, зокрема у майстернях з ремонту смартфонів.

В нашому дослідженні огляд сучасних зарядних станцій зосереджений на декількох основних аспектах. По-перше, ми досліджуємо різноманітні типи зарядних станцій, включаючи стаціонарні та портативні моделі. По-друге, ми аналізуємо технічні характеристики таких станцій, зокрема, кількість доступних портів зарядки, їхню потужність та сумісність з різними пристроями. По-третє, ми вивчаємо функціональні можливості, такі як швидкість зарядки, підтримка широкого спектру пристроїв та наявність додаткових функцій, наприклад, моніторингу заряду.

Огляд сучасних зарядних станцій також охоплює аналіз ключових гравців на ринку, їхніх стратегій та інноваційних рішень. Ми вивчаємо різні бренди та виробників, які активно представлені на ринку зарядних пристроїв, та робимо висновки щодо їхнього впливу на індустрію. Крім того, ми звертаємо увагу на відгуки користувачів та експертів з метою визначення популярних моделей

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зарядних станцій, а також недоліків існуючих рішень, які можна врахувати при розробці нашої власної зарядної станції.

Огляд сучасних зарядних станцій служить основою для подальшого розгортання нашого дипломного проекту, дозволяючи нам зрозуміти потреби ринку та визначити стратегію розвитку нашого продукту.

У продовженні нашого огляду сучасних зарядних станцій, ми розглядаємо такі аспекти, як дизайн та ергономіка. Для багатьох користувачів важливо, щоб зарядна станція була не лише функціональною, але й естетично приємною та зручною у використанні. Тому ми вивчаємо різноманітні дизайнерські рішення, матеріали та форм-фактори зарядних станцій на ринку.

Додатково, ми аналізуємо вартість та доступність сучасних зарядних станцій, розглядаючи широкий спектр цінових категорій та можливостей для різних категорій споживачів. Це дозволяє нам зрозуміти ринкові тенденції та визначити оптимальну цінову політику для нашого продукту.

Завершуючи огляд сучасних зарядних станцій, ми плануємо підбити підсумки, визначивши основні висновки та виклики, з якими стикаються виробники зарядних пристроїв. Це допоможе нам зорієнтуватися у власних стратегіях розвитку та підходах до розробки нашого пристрою.

1.2 Порівняння функціональності та технічних характеристик

Для оцінки ефективності та конкурентоспроможності розробленої зарядної станції на платформі Arduino[2] необхідно провести порівняння з існуючими ринковими рішеннями. Одним із популярних пристроїв на ринку є зарядна станція Addap MCS-896 (рисунок 1.1). Це порівняння дозволить визначити сильні та слабкі сторони обох пристроїв та підкреслити унікальні особливості нашої розробки. Зарядна станція Addap MCS-896 працює в широкому діапазоні напруг, що дозволяє використовувати її в різних країнах без додаткових адаптерів. Пристрій оснащений шістьма USB портами із потужністю 40 Вт. П'ять з цих портів підтримують вихідну потужність 5В/2.4А або 5В/1А, а один порт підтримує технологію Quick Charge 3.0 з вихідною потужністю 9В/2.4А або

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

12В/1.5А, що дозволяє здійснювати швидку зарядку. Система автоматично налаштовує струм під кожен гаджет, забезпечуючи процес заряджання.

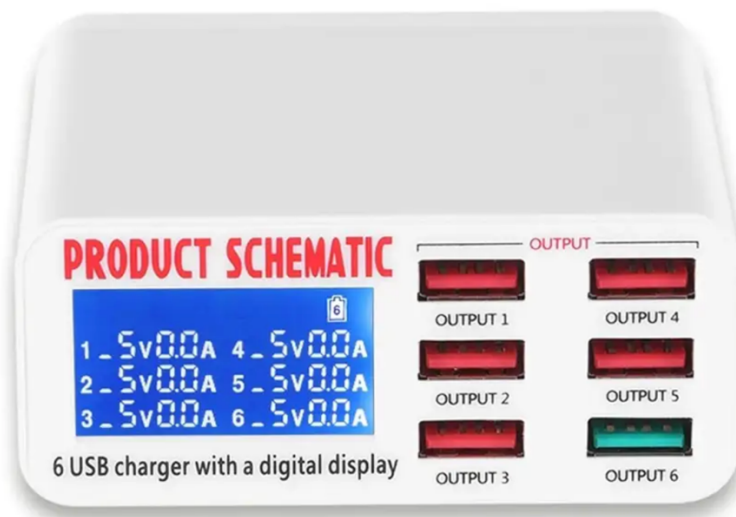


Рисунок 1.1 — Зарядна станція Addap MCS-896

Крім того, Addap MCS-896 має різні рівні захисту, включаючи захист від короткого замикання, перенапруги та перегріву. Пристрій виготовлений з вогнезахисного ABS пластику, що забезпечує додаткову безпеку. LED-дисплей надає інформацію про стан зарядки в режимі реального часу.

Розроблена зарядна станція на платформі Arduino оснащена чотирма USB портами, кожен з яких підтримує швидку зарядку з максимальною потужністю 36 Вт, загальна номінальна потужність складає 96 Вт. Зарядна станція підтримує технологію Quick Charge[3], що дозволяє швидко заряджати підключені пристрої. Для забезпечення безпеки використані захист від короткого замикання, перенапруги та перегріву. Габарити корпусу складають (105x45x35) мм. OLED[4] дисплей одночасно відображає напругу, струм та потужність на всіх портах, а також графік одного із цих параметрів. Користувач може переглядати кількість спожитої енергії на кожному порту та скидати лічильник енергії за допомогою

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

кнопок. Вартість виготовлення однієї зарядної станції становить близько двадцяти доларів.

Зарядна станція Addap MCS-896 має шість USB портів із загальною потужністю 40 Вт, що дозволяє заряджати кілька пристроїв одночасно. Вона підтримує технологію Quick Charge 3.0 на одному порту та технологію Smart Charge, яка автоматично налаштовує зарядний струм під кожен гаджет. LED-дисплей відображає стан зарядки в реальному часі, а корпус виготовлений з вогнезахисного ABS пластику, що додає додаткову безпеку.

Зарядна станція на платформі Arduino, хоча і має меншу кількість портів (чотири порти), забезпечує значно більшу загальну потужність (96 Вт) та підтримує швидку зарядку на кожному порту. OLED дисплей надає детальну інформацію про напругу, струм та потужність на кожному порту, а також дозволяє відображати графіки параметрів. Додатковою перевагою є можливість підрахунку спожитої енергії та скидання лічильника, що є особливо корисним для майстерень з ремонту смартфонів. Корпус зарядної станції виготовлений із пластику, а габарити становлять (105x45x35) мм, що робить її компактною та зручною у використанні.

Порівняння показує, що зарядна станція на платформі Arduino має значні переваги в плані потужності та функціональності. Вона забезпечує вищу потужність зарядки на кожен порт, детальний моніторинг параметрів зарядки через OLED-дисплей та додаткові функції, такі як підрахунок спожитої енергії. Це робить її особливо привабливою для майстерень з ремонту смартфонів, які можуть використовувати ці функції для діагностики та ефективної роботи. Addap MCS-896 також має свої сильні сторони, такі як більша кількість портів та зручність використання в різних країнах без додаткових адаптерів. Однак, зарядна станція на платформі Arduino пропонує більш передові можливості та конкурентну ціну виробництва, що робить її привабливою альтернативою на ринку зарядних пристроїв.

Для подальшого порівняння розглянемо мережеву зарядну станцію WLX-X9 (рисунок 1.2). Цей пристрій є потужною зарядною станцією, яка забезпечує

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зарядку різних гаджетів, включаючи можливість бездротової зарядки. Це порівняння дозволить детальніше розглянути особливості та переваги нашої зарядної станції на платформі Arduino в контексті сучасних ринкових пропозицій.



Рисунок 1.2 — Зарядна станція WLX-X9

WLX-X9 має вісім портів для зарядки та панель для бездротової зарядки, що дозволяє заряджати до дев'яти пристроїв одночасно. Шість портів підтримують вихідну потужність до 5В/2.4А, один порт підтримує Quick Charge 3.0 з вихідною потужністю 5В/3.4А, 9В/2А або 12В/1.5А, і один порт Type-C підтримує Power Delivery (PD) з вихідною потужністю 5В/9В/12В 2А. Загальна максимальна вихідна потужність складає 100 Вт. Бездротова зарядка має вихідну потужність 10 Вт. WLX-X9 оснащена вбудованими захисними механізмами від надмірної зарядки, перевантаження по струму, розряду, короткого замикання та перенапруги. Дисплей на боковій панелі відображає вихідну напругу та струм, а також активні USB-виходи. Корпус виготовлений із ударостійкого негорючого пластику

Зарядна станція WLX-X9 має значно більшу кількість портів для зарядки, ніж наша зарядна станція на платформі Arduino, що дозволяє заряджати до дев'яти пристроїв одночасно. Це робить її привабливою для користувачів, які мають велику кількість гаджетів, що потребують одночасної зарядки. WLX-X9 підтримує як проводову, так і бездротову зарядку, що є додатковою перевагою для зручності користувачів.

Натомість, наша зарядна станція на платформі Arduino, хоча і має меншу кількість портів (чотири порти), забезпечує більшу загальну потужність зарядки (96 Вт) та підтримує швидку зарядку на кожному порту. Крім того, OLED дисплей надає більш детальну інформацію про параметри зарядки на кожному порту, включаючи напругу, струм та потужність, а також дозволяє відображати графіки параметрів. Додатковою перевагою є можливість підрахунку спожитої енергії та скидання лічильника, що є особливо корисним для майстерень з ремонту смартфонів. Габарити корпусу складають (105*45*35) мм, що робить нашу зарядну станцію компактною та зручною у використанні.

Порівняння з мережевою зарядною станцією WLX-X9 показує, що наша зарядна станція на платформі Arduino має значні переваги в плані потужності та функціональності. Хоча WLX-X9 пропонує більшу кількість портів та підтримку бездротової зарядки, наша зарядна станція забезпечує вищу потужність зарядки на кожен порт, детальний моніторинг параметрів зарядки через OLED-дисплей та додаткові функції, такі як підрахунок спожитої енергії. Це робить її особливо привабливою для майстерень з ремонту смартфонів, які можуть використовувати ці функції для діагностики та ефективної роботи. Зарядна станція WLX-X9 також має свої сильні сторони, такі як більша кількість портів та підтримка бездротової зарядки, однак наша розробка пропонує більш передові можливості та конкурентну ціну виробництва, що робить її привабливою альтернативою на ринку зарядних пристроїв.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Огляд платформ для розробки зарядних станцій

Вибір платформи для розробки зарядної станції є критично важливим етапом, який визначає функціональні можливості, надійність та ефективність кінцевого продукту. Серед найбільш популярних платформ для створення зарядних пристроїв виділяються Arduino, Raspberry Pi[5] та спеціалізовані мікроконтролери, такі як STM32[6]. Кожна з цих платформ має свої переваги та недоліки, що робить їх придатними для різних типів проектів та умов експлуатації. В цьому розділі буде проведено детальний аналіз основних платформ, що використовуються для розробки зарядних станцій, з акцентом на їх технічні характеристики, програмні можливості та рівень підтримки спільноти розробників.

Arduino є однією з найпоширеніших платформ для розробки різноманітних електронних пристроїв, включаючи зарядні станції. Її популярність зумовлена простотою використання, широкою підтримкою спільноти та великою кількістю доступних бібліотек та модулів. Arduino пропонує широкий спектр мікроконтролерів, серед яких найчастіше використовуються моделі Arduino Uno, Arduino Mega та Arduino Nano. Для нашого проекту було обрано Arduino Nano, оскільки вона компактна, але водночас достатньо потужна для реалізації всіх необхідних функцій зарядної станції. Arduino Nano оснащена мікроконтролером ATmega328, що забезпечує достатню обчислювальну потужність для контролю процесу зарядки, моніторингу параметрів та керування дисплеєм. Крім Arduino, Raspberry Pi також заслуговує на увагу як потенційна платформа для розробки зарядних станцій. Raspberry Pi відома своєю великою обчислювальною потужністю та широким спектром можливостей, що дозволяє створювати складні системи з високим рівнем автоматизації та інтерактивності. Однак Raspberry Pi відносно дорожча та складніша у використанні, а також має вищі вимоги до живлення, що робить її менш практичною для простих зарядних станцій. Таким чином, вибір між Arduino та Raspberry Pi залежатиме від конкретних потреб проекту та його функціональних вимог.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Крім того, спеціалізовані мікроконтролери, такі як STM32, можуть бути використані для реалізації зарядних станцій з високою ефективністю та точністю. Вони відомі своєю високою швидкістю обробки даних, низьким споживанням енергії та розширеними можливостями периферійних пристроїв, що дозволяє створювати пристрої з високим рівнем функціональності та точності вимірювань. Однак використання спеціалізованих мікроконтролерів може вимагати більшої експертизи в області програмування та електроніки, а також може бути обмеженим у доступі до готових бібліотек та ресурсів спільноти порівняно з Arduino або Raspberry Pi.

У подальшому розділі буде проведений детальний аналіз переваг і недоліків кожної з цих платформ з урахуванням вимог проекту "Зарядна Smart-станція на платформі Arduino". На основі цього аналізу буде зроблено висновки щодо найбільш підходящої платформи для використання в даному проекті, враховуючи його цілі та вимоги до функціональності та надійності.

1.4 Висновки щодо існуючих рішень

Аналізуючи сучасні рішення на ринку зарядних станцій, а також платформи, що використовуються для їх розробки, можна зробити кілька важливих висновків, які стануть основою для подальшої роботи над проектом "Зарядна Smart-станція на платформі Arduino". Спершу варто зазначити, що існуючі зарядні станції, такі як Addap MCS-896 та WLX-X9, демонструють високий рівень технічної реалізації, пропонуючи користувачам значну кількість функцій та можливостей. Ці пристрої забезпечують не тільки ефективну та швидку зарядку багатьох гаджетів одночасно, але й оснащені сучасними технологіями захисту та моніторингу, що робить їх привабливими для широкого кола споживачів.

При порівнянні платформ для розробки зарядних станцій, таких як Arduino, Raspberry Pi та спеціалізовані мікроконтролери, було виявлено, що кожна з них має свої унікальні переваги та недоліки. Arduino відзначається своєю простотою, доступністю та великою кількістю підтримуваних модулів і бібліотек, що значно

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полегшує процес розробки та прототипування. Raspberry Pi, зі свого боку, пропонує значно більшу обчислювальну потужність та гнучкість, що дозволяє створювати складніші та більш інтерактивні системи, але водночас вимагає більше ресурсів та досвіду для ефективного використання. Спеціалізовані мікроконтролери, такі як STM32, забезпечують високу точність та ефективність, однак їх використання може бути більш складним та вимагати глибших знань в області електроніки та програмування.

Вибір платформи для розробки зарядної станції є ключовим моментом, оскільки від нього залежить не тільки технічна реалізація проекту, але й кінцеві характеристики продукту, такі як надійність, ефективність та зручність використання. Проектуючи зарядну станцію на платформі Arduino, ми зможемо скористатися перевагами цієї платформи, включаючи її доступність, простоту у використанні та широкий спектр підтримуваних периферійних пристроїв. Це дозволить створити зарядну станцію, яка не тільки відповідатиме сучасним стандартам, але й буде конкурентоспроможною на ринку завдяки своїй функціональності та надійності.

Подальший розгляд функціональності існуючих зарядних станцій показав, що важливо враховувати не тільки технічні характеристики, але й зручність використання, ергономіку та дизайн пристрою. Існуючі рішення, такі як Addap MCS-896 та WLX-X9, мають різні підходи до реалізації цих аспектів, що дозволяє визначити оптимальні шляхи для покращення нашого продукту. Наприклад, інтеграція інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача та надання детальної інформації про процес зарядки можуть значно підвищити привабливість зарядної станції для кінцевих користувачів.

Враховуючи все вищезазначене, можна виділити кілька ключових аспектів, які повинні бути враховані при розробці нашої зарядної станції на платформі Arduino. По-перше, необхідно забезпечити високу потужність та ефективність зарядки, що дозволить заряджати кілька пристроїв одночасно без втрати продуктивності. Це можна досягти, використовуючи сучасні технології швидкої зарядки та високоякісні компоненти, що відповідають найвищим стандартам

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надійності та безпеки. По-друге, важливо забезпечити комплексний захист від потенційних ризиків, таких як коротке замикання, перенапруга та перегрів, що значно підвищить безпеку експлуатації пристрою та захистить підключені гаджети від пошкоджень. Особлива увага повинна бути приділена інтерфейсу користувача. Інтуїтивно зрозумілий та зручний інтерфейс, що надає детальну інформацію про процес зарядки, напругу, струм та потужність на кожному з портів, дозволить користувачам легко контролювати стан зарядки своїх пристроїв. Використання OLED-дисплея для відображення цієї інформації надасть можливість створити сучасний та привабливий дизайн пристрою, а також підвищити зручність його використання. Крім того, можливість відображення графіків параметрів зарядки та підрахунку спожитої енергії стане додатковою перевагою для майстерень з ремонту смартфонів, дозволяючи їм проводити точну діагностику та контроль якості.

Не менш важливим є аспект ергономіки та компактності пристрою. Завдяки використанню платформи Arduino Mini та продуманого проектування корпусу, ми зможемо створити зарядну станцію, яка буде не лише функціональною, але й зручною у використанні та транспортуванні. Проектування корпусу та його виготовлення дозволить точно відповідати всім необхідним вимогам та забезпечити високу якість виготовлення. Компактні розміри корпусу, зроблять зарядну станцію легкою у розміщенні у майстерні, не займаючи зайвого простору.

Нарешті, економічний аспект також є важливим фактором при розробці зарядної станції. Використання доступних та поширених компонентів, таких як модулі швидкої зарядки з USB-виходами та мікроконтролери Arduino, дозволить значно знизити витрати на розробку та виготовлення пристрою.

У підсумку, проведений аналіз існуючих рішень та платформ для розробки зарядних станцій показав, що наша зарядна станція має значний потенціал для успішного впровадження на ринок. Завдяки використанню сучасних технологій, продуманому дизайну та функціональному інтерфейсу, ми зможемо створити продукт, який буде відповідати високим стандартам якості та задовольняти потреби цільової аудиторії, включаючи майстерні з ремонту смартфонів.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Проектування та розробка зарядної Smart-станції

2.1 Вибір компонентів та платформи

Вибір компонентів та платформи для розробки зарядної станції є одним із найважливіших етапів проекту, оскільки він визначає функціональність, надійність та ефективність пристрою. Основна мета цього розділу – пояснити, чому саме ті чи інші компоненти були обрані, і як вони сприяють досягненню загальних цілей проекту.

При розробці багатофункціональної зарядної станції ми зіткнулися з низкою вимог та обмежень, які значною мірою вплинули на наш вибір компонентів. Перш за все, необхідно було забезпечити можливість одночасної зарядки кількох пристроїв із підтримкою швидкої зарядки. Це вимагало вибору відповідних модулів, здатних стабільно забезпечувати високі струми та напругу.

Ще однією важливою вимогою була здатність станції надавати користувачам детальну інформацію про процес зарядки кожного з підключених пристроїв. Для цього ми потребували точних вимірювальних модулів, здатних відстежувати напругу та струм у реальному часі, а також дисплея, на якому ця інформація буде відображатися. Оскільки зарядна станція повинна бути не лише функціональною, а й зручною у використанні, важливо було обрати компонентну базу, яка дозволяє легко інтегрувати всі необхідні функції.

Вибір платформи для керування всією системою також мав вирішальне значення. Ми зупинилися на Arduino завдяки її широким можливостям, гнучкості у програмуванні та доступності великої кількості додаткових модулів і сенсорів. Arduino забезпечує необхідну обчислювальну потужність і підтримує роботу з різноманітними інтерфейсами, що робить її ідеальною для нашого проекту.

Крім того, ми прагнули створити зарядну станцію, яка була б легкою у виготовленні та збиранні. Це вимагало використання компонентів, які легко доступні на ринку, та мають добре задокументовану технічну підтримку. Таким чином, вибір компонентів та платформи був обумовлений необхідністю забезпечити високий рівень функціональності, надійності, простоти у використанні та економічної доцільності.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У підсумку, кожен вибраний компонент (рисунок 2.1) та платформа Arduino сприяли досягненню нашої основної мети – створити багатофункціональну зарядну станцію, яка відповідає сучасним вимогам і задовольняє потреби користувачів у майстернях з ремонту смартфонів.

Проектування зарядної Smart-станції розпочалося з ретельного вибору компонентів та платформи для розробки. Основним елементом системи стала плата Arduino Pro Mini (рисунок 2.2), яка була обрана через її компактні розміри, достатню кількість входів-виходів та високу популярність серед розробників. Arduino Pro Mini вирізняється своєю універсальністю та економічністю, що дозволяє використовувати її у різноманітних проектах, від простих до складних, завдяки її сумісності з великою кількістю датчиків та модулів. Крім того, плата має достатньо потужний мікроконтролер, який дозволяє ефективно обробляти дані з декількох портів одночасно, що є критично важливим для багато портової зарядної станції.

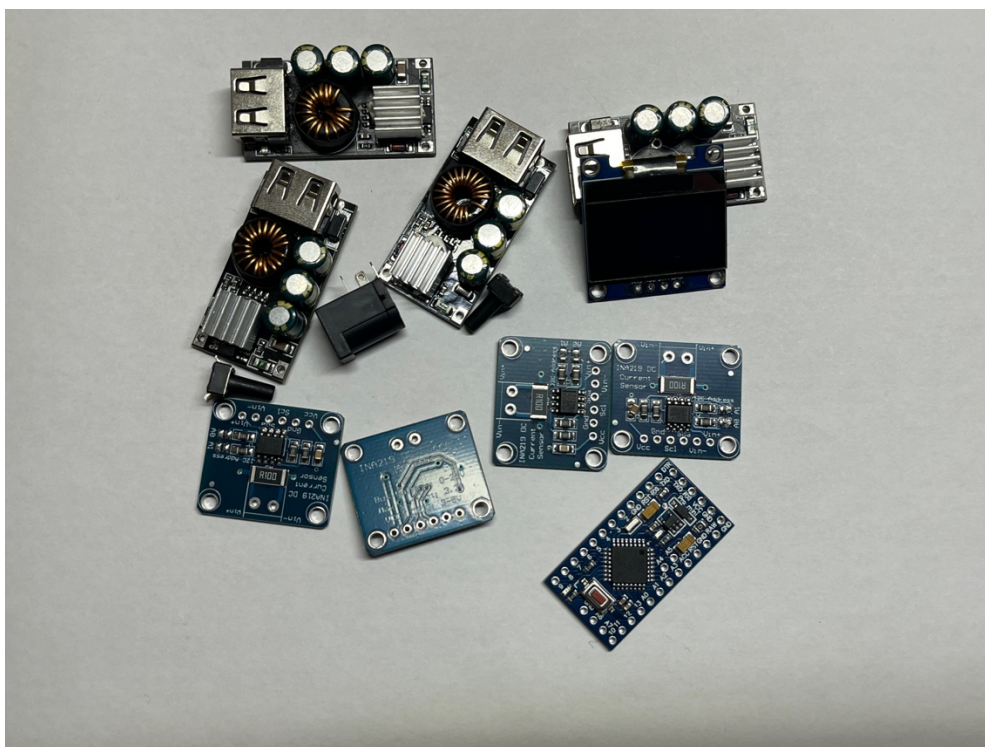


Рисунок 2.1 — Модулі які були використані у проекті

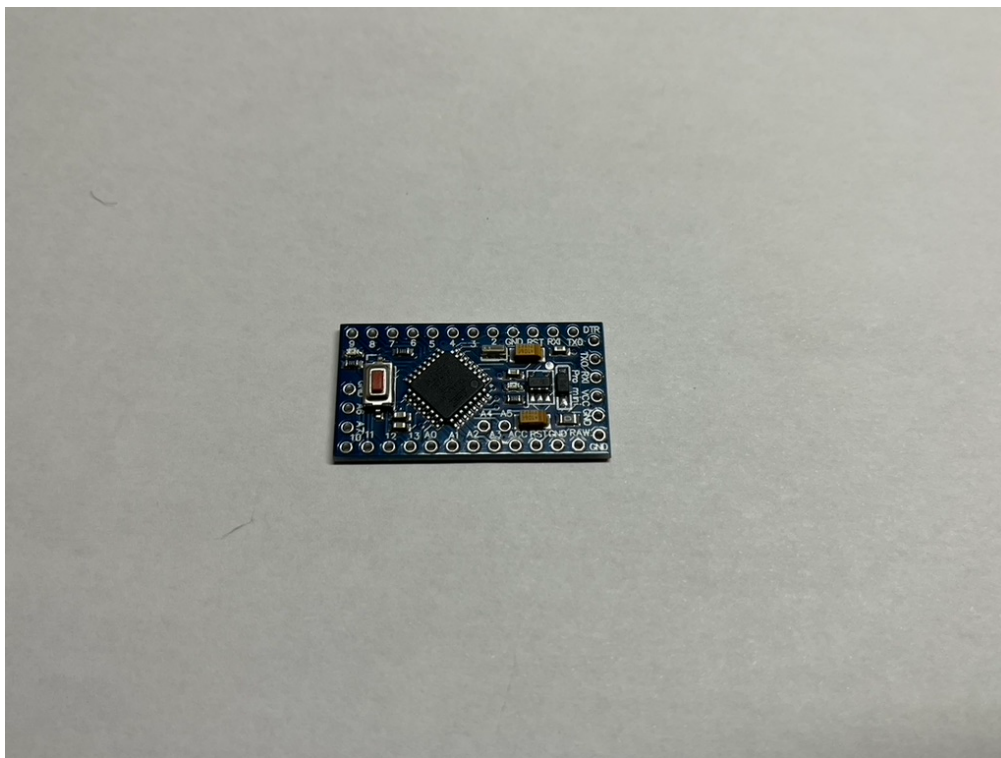


Рисунок 2.2 — Модуль Arduino pro mini

Для забезпечення функцій швидкої зарядки в нашій розробці були обрані чотири модулі швидкої зарядки з USB виходами (рисунок 2.3). Ці модулі підтримують стандарт Quick Charge, що дозволяє значно скоротити час зарядки підключених пристроїв. Модулі швидкої зарядки були ретельно відібрані після проведення детального порівняльного аналізу різних варіантів, доступних на ринку. В ході цього аналізу враховувалися такі параметри, як стабільність роботи, ефективність, сумісність з іншими компонентами системи, а також їхня здатність забезпечувати необхідні рівні потужності.

Використання стандарту Quick Charge в наших модулях забезпечує сумісність зарядної станції з більшістю сучасних пристроїв, що підтримують функцію швидкої зарядки. Це значно підвищує корисність та привабливість нашого продукту для кінцевих користувачів, оскільки вони можуть заряджати свої пристрої набагато швидше, ніж з використанням традиційних зарядних пристроїв. Стандарт Quick Charge дозволяє подавати більш високу потужність через USB, що скорочує загальний час зарядки та підвищує ефективність процесу.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

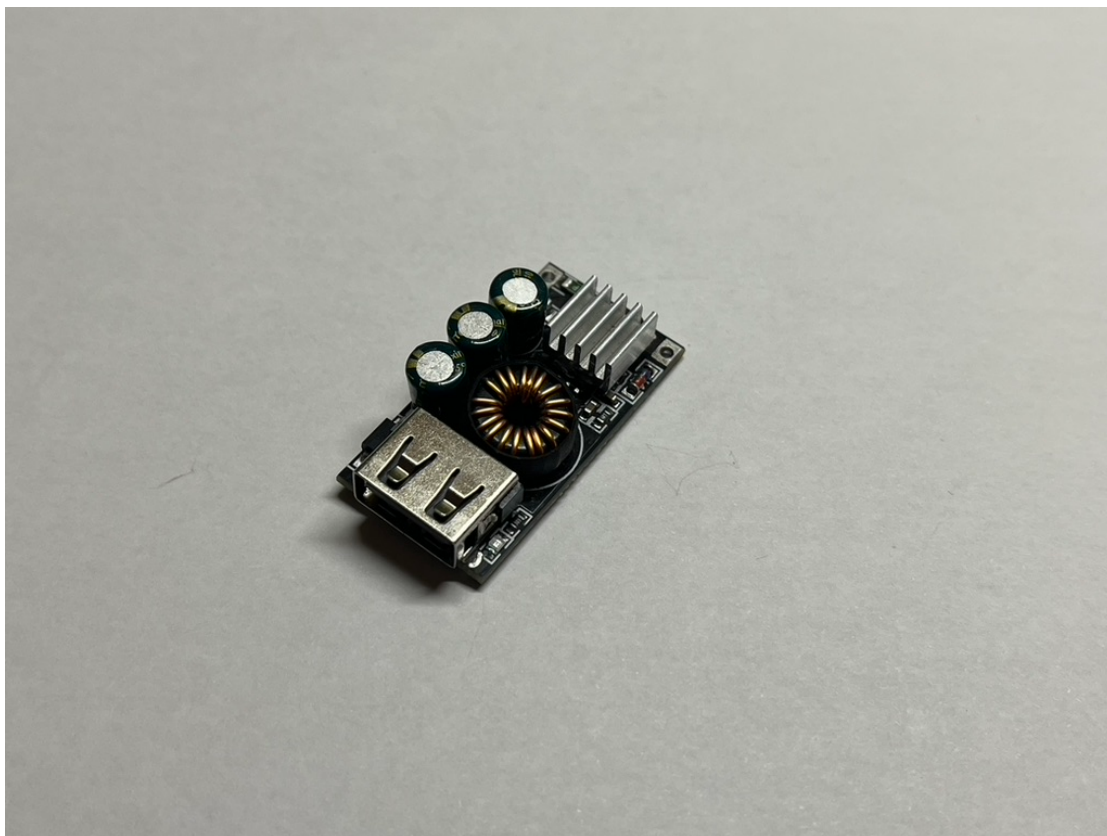


Рисунок 2.3 — Модуль швидкої зарядки

Для вимірювання напруги та струму на кожному порту зарядної станції були обрані модулі INA219 (рисунок 2.4). Ці модулі дозволяють точно вимірювати електричні параметри, що є важливим для надання користувачеві актуальної та точної інформації про процес зарядки. Використання модулів INA219 є ключовим аспектом нашої розробки, оскільки вони забезпечують високоточне вимірювання напруги та струму на кожному з портів.

Таким чином, вибір модулів INA219 для вимірювання напруги та струму в нашій зарядній станції є обґрунтованим і важливим рішенням. Вони забезпечують високоточні вимірювання, надійність і простоту інтеграції, що дозволяє створити ефективну, безпечну та зручну для користувачів систему. Це сприяє підвищенню якості обслуговування та задоволенню потреб кінцевих користувачів, забезпечуючи високий рівень функціональності та продуктивності зарядної станції.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

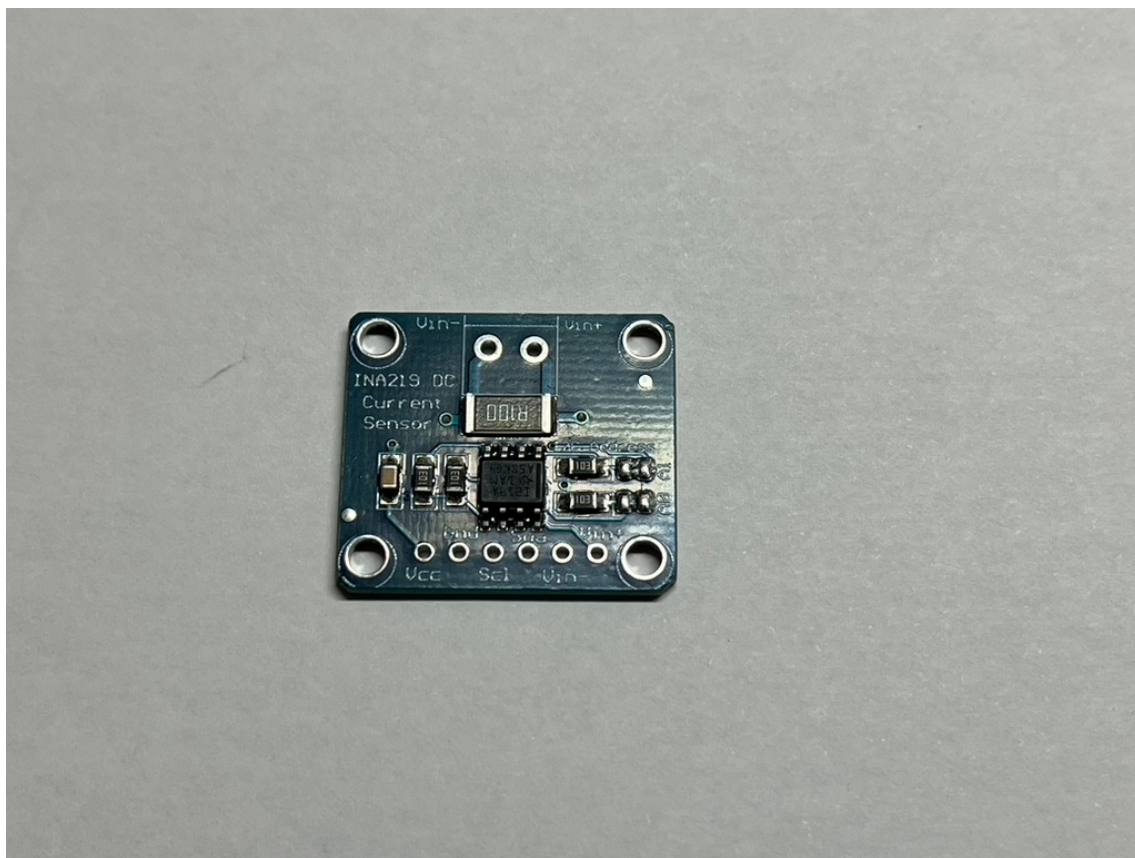


Рисунок 2.4 — Модуль INA219

OLED дисплей на базі контролера SSD1306 (рисунок 2.5) з роздільною здатністю 128x64 пікселів був обраний для відображення інформації про зарядку. Цей дисплей забезпечує чітке та яскраве зображення, що легко читається при різних умовах освітлення. OLED технологія має низьке енергоспоживання, що є важливим для автономних пристроїв. Дисплей SSD1306 був обраний також через його високу сумісність з платформою Arduino Pro Mini, що значно спрощує процес розробки програмного забезпечення для відображення даних. Він дозволяє виводити як числові значення, так і графічні зображення, що розширює функціональні можливості зарядної станції. Крім того, дисплей має широкий кут огляду, що полегшує зчитування інформації з будь-якого ракурсу. Також, завдяки OLED технології, дисплей забезпечує високу контрастність і швидку реакцію на зміни, що робить його ідеальним вибором для динамічних відображень параметрів зарядки.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

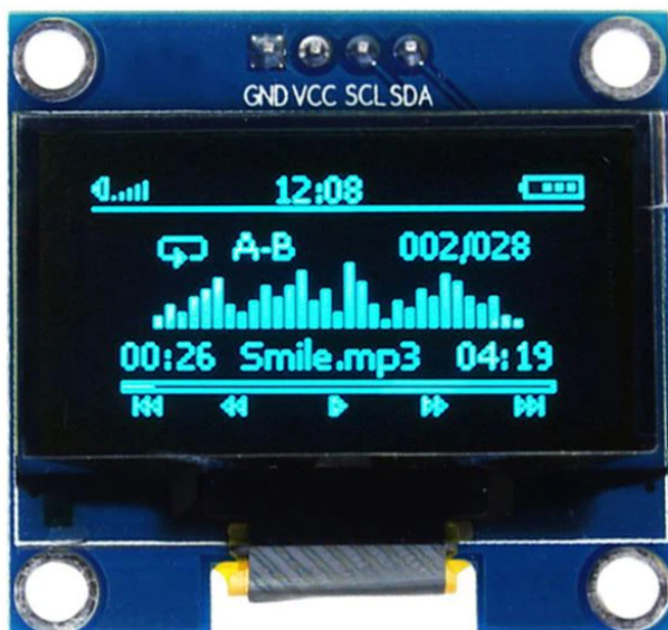


Рисунок 2.5 — OLED дисплей на базі контролера SSD1306

Окрім цього, для живлення дисплея та плати Arduino Pro Mini було обрано стабілізатор[8] напруги на 5 вольт 7150A-1 (рисунок 2.6). Цей компонент забезпечує стабільне живлення системи, що є критично важливим для її безперебійної роботи. Стабілізатор напруги захищає чутливі електронні компоненти від перепадів напруги, які можуть виникати в процесі зарядки. Це забезпечує надійну та стабільну роботу зарядної станції в різних умовах експлуатації. Стабілізатор також підвищує загальну ефективність системи, знижуючи втрати енергії та забезпечуючи оптимальні умови для роботи всіх компонентів.

Додаткові компоненти, використані у проекті зарядної станції на платформі Arduino, також відіграють важливу роль у забезпеченні її функціональності та зручності використання. Для керування інтерфейсом та взаємодії з користувачем були застосовані дві тактові кнопки (рисунок 2.7), які дозволяють легко перемикатися між різними режимами відображення інформації на дисплеї.

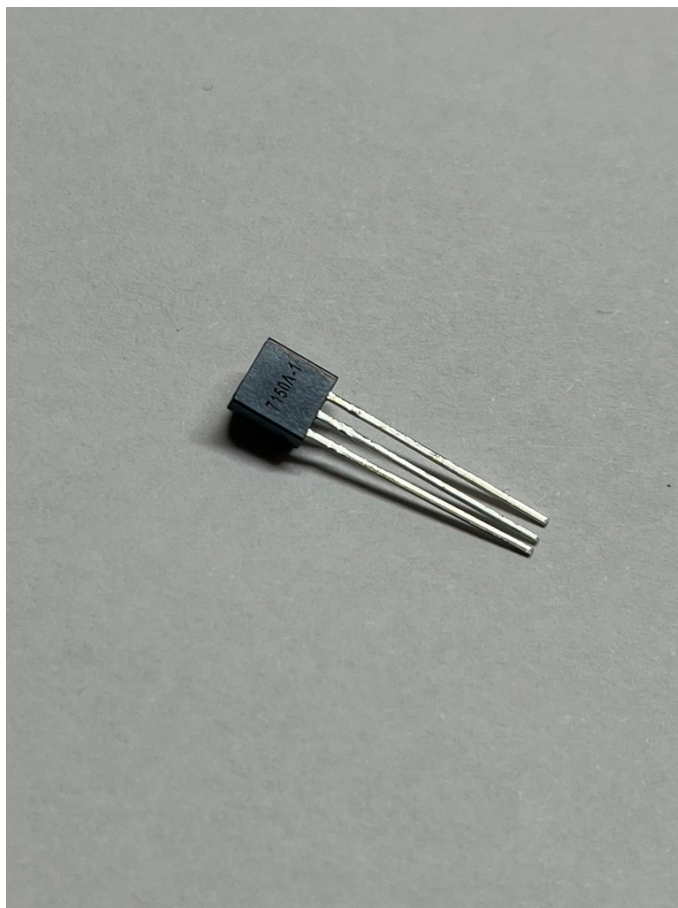


Рисунок 2.6 — Стабілізатор напруги 7150А-1

Ці кнопки забезпечують інтуїтивно зрозуміле управління, що значно спрощує користування зарядною станцією. Крім того, для підключення зовнішнього джерела живлення було використано гніздо живлення 5.5 мм (рисунок 2.8), яке забезпечує надійне та стабільне з'єднання. Зарядна станція живиться від блока живлення на 20 вольт, що дозволяє ефективно забезпечувати необхідну потужність для всіх її компонентів та забезпечує стабільну роботу системи. Використання якісних компонентів для живлення та управління пристроєм гарантує надійність та довговічність роботи зарядної станції, а також підвищує її загальну ефективність та безпеку. Додатково, відповідне забезпечення вхідного живлення дозволяє зберігати стабільність роботи пристрою у будь-яких умовах та місцях використання. Розробка з урахуванням таких аспектів забезпечує якісну та надійну роботу зарядної станції в усіх ситуаціях.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рисунок 2.7 — Тактова кнопка

Таким чином, вибір компонентів для розробки зарядної Smart-станції був здійснений з урахуванням їх технічних характеристик, сумісності та надійності. Кожен компонент був ретельно обраний, щоб забезпечити максимальну ефективність і функціональність зарядної станції, що відповідає потребам сучасних майстерень з ремонту смартфонів. Цей етап був надзвичайно важливим, оскільки саме від правильного вибору компонентів залежить успішність всієї розробки та подальшої експлуатації зарядної станції.

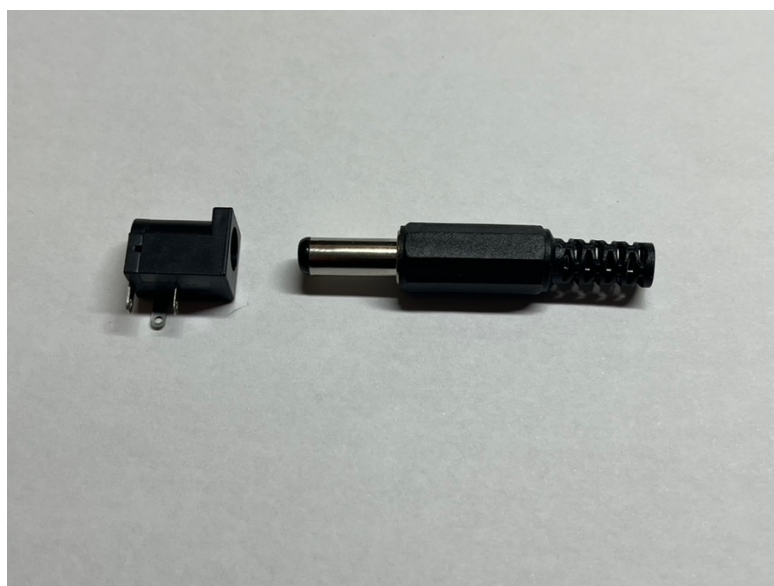


Рисунок 2.8— Гніздо та штекер живлення

2.2 Розробка електричної схеми

Процес розробки електричної схеми є одним з найважливіших етапів у створенні зарядної станції на платформі Arduino. Правильне проектування електричної схеми забезпечує не тільки ефективну роботу всіх компонентів, але й надійність та безпеку пристрою в цілому. На першому етапі проектування електричної схеми було визначено основні компоненти, які необхідно інтегрувати для досягнення поставлених цілей. До них належать плата Arduino Nano, чотири модулі швидкої зарядки з USB-виходами, чотири модулі INA219 для вимірювання напруги та струму, OLED дисплей SSD1306 128x64, стабілізатор напруги 5 В для живлення дисплея та Arduino, дві тактові кнопки для управління інтерфейсом, а також гніздо живлення 5.5 мм для підключення блока живлення на 20 В.

Електрична схема (рисунок 2.9) була розроблена з урахуванням усіх вимог щодо безпеки та ефективності роботи зарядної станції. Кожен модуль швидкої зарядки підключений до окремого порту USB, що забезпечує можливість одночасної зарядки кількох пристроїв з підтримкою технології швидкої зарядки Quick Charge. Це дозволяє забезпечити номінальну потужність у 24 Вт на порт, з можливістю досягнення максимальної потужності до 36 Вт на порт. Всі чотири модулі підключені до плати Arduino Nano, яка контролює процес зарядки та забезпечує обробку даних від модулів вимірювання.

Під час першого етапу розробки були ідентифіковані основні компоненти, необхідні для досягнення поставлених цілей. Серед них - плата керування, модулі швидкої зарядки, модулі для вимірювання параметрів, дисплей, стабілізатор напруги, кнопки керування та гніздо живлення. Враховуючи вимоги щодо безпеки та ефективності, була розроблена електрична схема, яка забезпечує швидку зарядку пристроїв з можливістю досягнення максимальної потужності. Кожен модуль швидкої зарядки підключений до окремого порту USB, що забезпечує комфортне та ефективне заряджання різних пристроїв одночасно. Такий підхід гарантує надійну та продуктивну роботу зарядної станції, відповідно до сучасних вимог.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

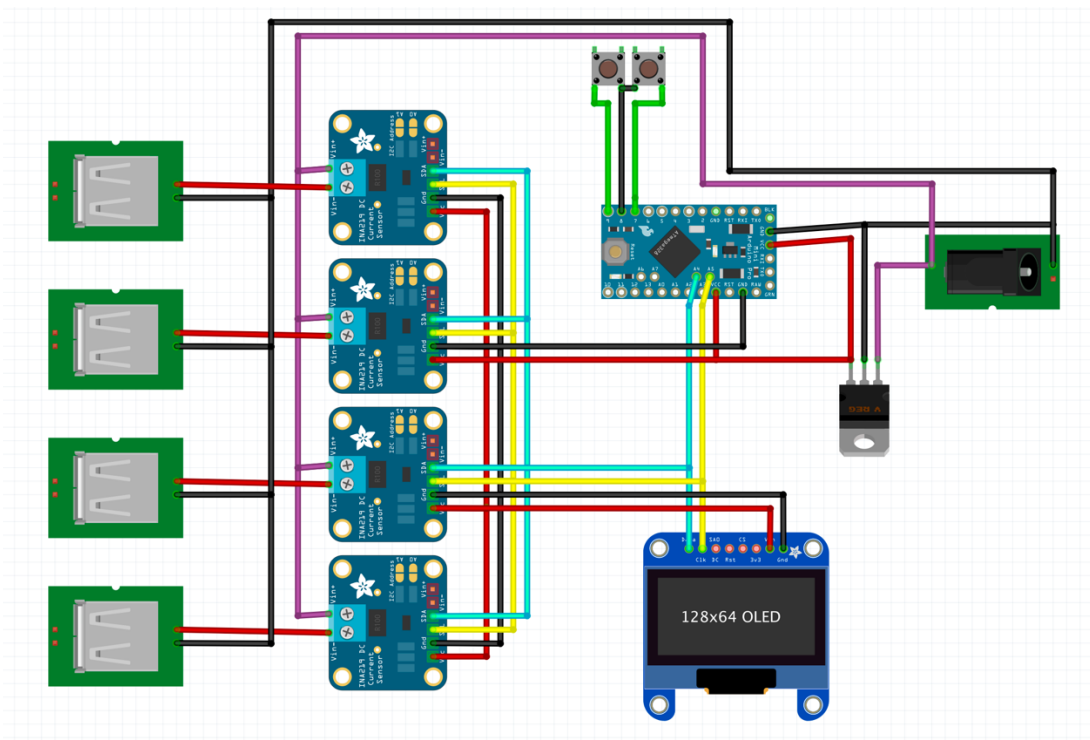


Рисунок 2.9 — Електрична схема приладу

Модулі INA219 використовуються для вимірювання напруги та струму на кожному з портів зарядки. Вони підключені до плати Arduino через інтерфейс I2C[9], що дозволяє одночасно отримувати точні дані про стан зарядки всіх підключених пристроїв. Ці дані відображаються на OLED дисплеї, який також підключений до плати Arduino через інтерфейс I2C. Дисплей SSD1306 128x64 обраний за його високу роздільну здатність та можливість відображення детальної інформації про параметри зарядки, включаючи напругу, струм та потужність на кожному з портів.

Для забезпечення стабільного живлення всіх компонентів використовуються стабілізатор напруги 5 В та блок живлення на 20 В. Стабілізатор напруги забезпечує живлення дисплея та плати Arduino, підтримуючи стабільну роботу всіх систем зарядної станції. Блок живлення на 20 В підключається через гніздо живлення 5.5 мм, що забезпечує надійне та безпечне з'єднання.

Дві тактові кнопки використовуються для управління інтерфейсом користувача. Вони дозволяють користувачам перемикатися між різними режимами відображення інформації на дисплеї, переглядати графіки параметрів зарядки та обнуляти лічильники спожитої енергії. Це забезпечує інтуїтивно зрозуміле та зручне управління зарядною станцією, що є особливо важливим для майстерень з ремонту смартфонів, де точність та контроль процесу зарядки мають вирішальне значення.

Розробка електричної схеми включала кілька етапів перевірки та тестування для забезпечення її надійності та відповідності всім технічним вимогам. Кожен компонент був ретельно протестований у різних умовах, щоб гарантувати стабільну роботу системи. Після завершення проектування та тестування електричної схеми, вона була інтегрована у фінальний прототип зарядної станції, що дозволило переконатися у працездатності та ефективності пристрою.

Наступним важливим етапом після розробки та тестування електричної схеми було її інтегрування у фізичний прототип зарядної станції. На цьому етапі необхідно було не лише правильно з'єднати всі компоненти відповідно до схеми, але й забезпечити їх надійну фіксацію у корпусі пристрою. Корпус був спроектований у програмі AutoCAD та виготовлений на 3D-принтері, що дозволило точно відповідати всім необхідним розмірам та забезпечити зручне розташування компонентів.

Особливу увагу було приділено розташуванню плати Arduino Nano, модулів швидкої зарядки та модулів INA219[10]. Кожен компонент був закріплений таким чином, щоб забезпечити легкий доступ до нього для технічного обслуговування та можливих модифікацій у майбутньому. Плата Arduino була розміщена в центральній частині корпусу для мінімізації довжини з'єднувальних дротів та забезпечення ефективної організації простору. Модулі швидкої зарядки розташовувалися поряд з USB-портами на передній панелі корпусу, що дозволило зробити їх використання максимально зручним для користувачів.

Модулі INA219 були встановлені в безпосередній близькості від USB-портів, що забезпечило точні вимірювання напруги та струму без втрат у

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводах. Підключення цих модулів до плати Arduino через інтерфейс I2C було виконано з використанням якісних з'єднувальних дротів, що гарантувало надійність передачі даних. OLED дисплей був встановлений на передній панелі корпусу, де він забезпечує чітке та зручне відображення всіх необхідних параметрів зарядки. Його підключення до плати Arduino також здійснювалося через інтерфейс I2C, що дозволило мінімізувати кількість необхідних з'єднань.

Тактові кнопки були розміщені на передній панелі корпусу поряд з дисплеєм для зручного доступу користувачів. Вони підключалися до плати Arduino через цифрові входи, що дозволило легко реалізувати необхідну логіку управління інтерфейсом. Кожна кнопка була протестована на предмет надійності роботи та чутливості, що забезпечило інтуїтивно зрозуміле управління функціями зарядної станції.

Гніздо живлення 5.5 мм було встановлено на задній панелі корпусу, що забезпечило зручне підключення блока живлення на 20 В. Для забезпечення безпечного та надійного з'єднання використовувалися якісні роз'єми та кабелі, що витримують високі навантаження та гарантують стабільне живлення всіх компонентів. Стабілізатор напруги 5 В був розміщений у безпосередній близькості від дисплея та плати Arduino, що дозволило забезпечити їх надійне живлення та стабільну роботу.

Процес складання електричної схеми та інтеграції всіх компонентів у корпус завершився серією тестувань для перевірки працездатності та надійності зарядної станції. Кожен етап складання був ретельно задокументований, що дозволило створити чіткі інструкції для повторного складання або модифікацій пристрою у майбутньому. Результати тестувань підтвердили відповідність зарядної станції всім технічним вимогам та її готовність до експлуатації в умовах майстерень з ремонту смартфонів.

У підсумку, розробка електричної схеми та її інтеграція у фізичний прототип зарядної станції на платформі Arduino стали ключовими етапами у створенні надійного та функціонального пристрою, що задовольняє потреби цільової аудиторії. Всі компоненти були ретельно відібрані та протестовані, що

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечило високу якість та ефективність роботи зарядної станції, роблячи її конкурентоспроможною на ринку сучасних зарядних пристроїв.

2.3 Проектування та виготовлення корпусу

Проектування корпусу зарядної станції є важливим етапом, що включає як розробку дизайну, так і його реалізацію за допомогою сучасних технологій, таких як 3D-друк[11]. Корпус не лише захищає внутрішні компоненти пристрою, але й забезпечує зручний доступ до портів і елементів керування, а також сприяє охолодженню компонентів, тим самим підвищуючи загальну надійність та ефективність роботи зарядної станції.

Перший етап проектування корпусу полягав у створенні його віртуальної моделі за допомогою програмного забезпечення AutoCAD[12]. Використання AutoCAD дозволило створити точну тривимірну модель (рисунок 2.10), що враховувала всі особливості внутрішніх компонентів зарядної станції, такі як розташування плати Arduino, модулів швидкої зарядки, модулів вимірювання напруги та струму, дисплея, тактових кнопок та гнізда живлення. Кожен компонент був розміщений таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність використання простору та легкість доступу для обслуговування та можливих модифікацій у майбутньому.

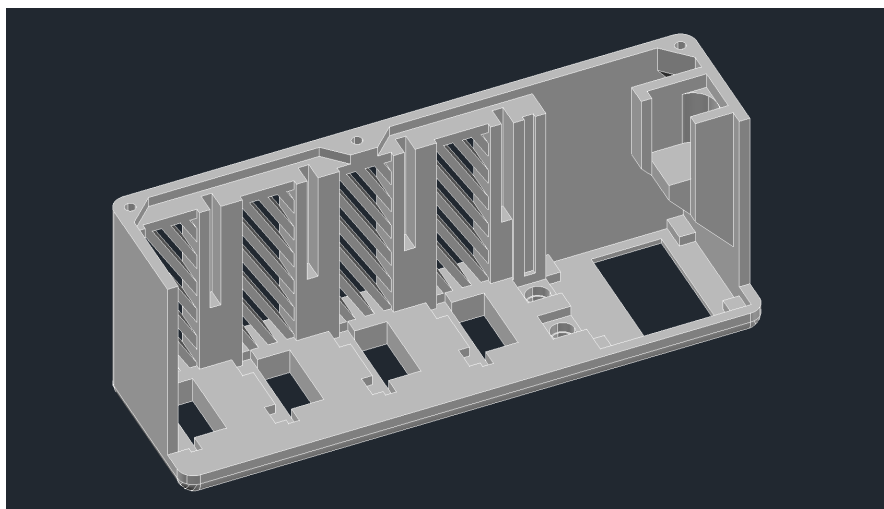


Рисунок 2.10 — Вигляд в розрізі 3D моделі корпусу

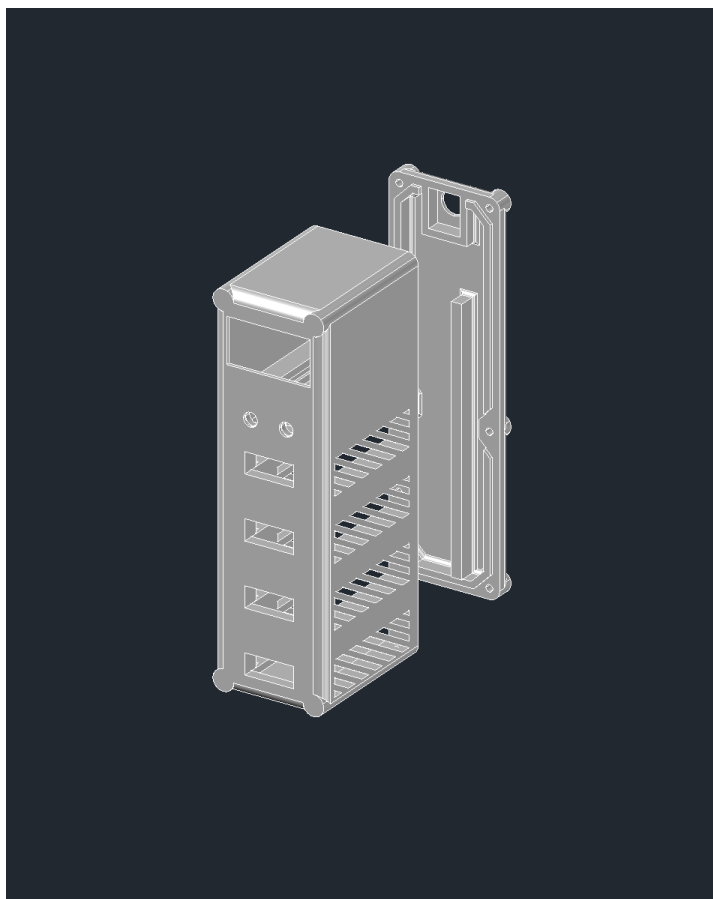


Рисунок 2.11 — Вигляд спереду 3D моделі корпусу

Особливу увагу під час проектування корпусу було приділено ергономіці та зручності використання. USB-порти були розміщені на передній панелі корпусу (рисунок 2.11), що дозволило легко підключати та відключати пристрої. OLED дисплей також був встановлений на передній панелі, забезпечуючи зручний перегляд інформації про процес зарядки. Тактові кнопки розмістили поруч з дисплеєм, щоб користувачі могли легко перемикатися між режимами відображення інформації та виконувати інші налаштування. Таке розташування елементів забезпечує інтуїтивне та зручне управління зарядною станцією, що є важливим для користувачів, які можуть не мати спеціальних технічних знань.

Задня частина корпусу зарядної станції спроектована з урахуванням зручного встановлення всіх необхідних модулів. Тут розташовані спеціальні кріплення для модулів швидкої зарядки, вимірювальних модулів та плати Arduino,

які забезпечують їх надійну фіксацію та легкий доступ для обслуговування. Конструкція дозволяє оптимально використовувати простір і забезпечує ефективне охолодження компонентів (рисунок 2.12).

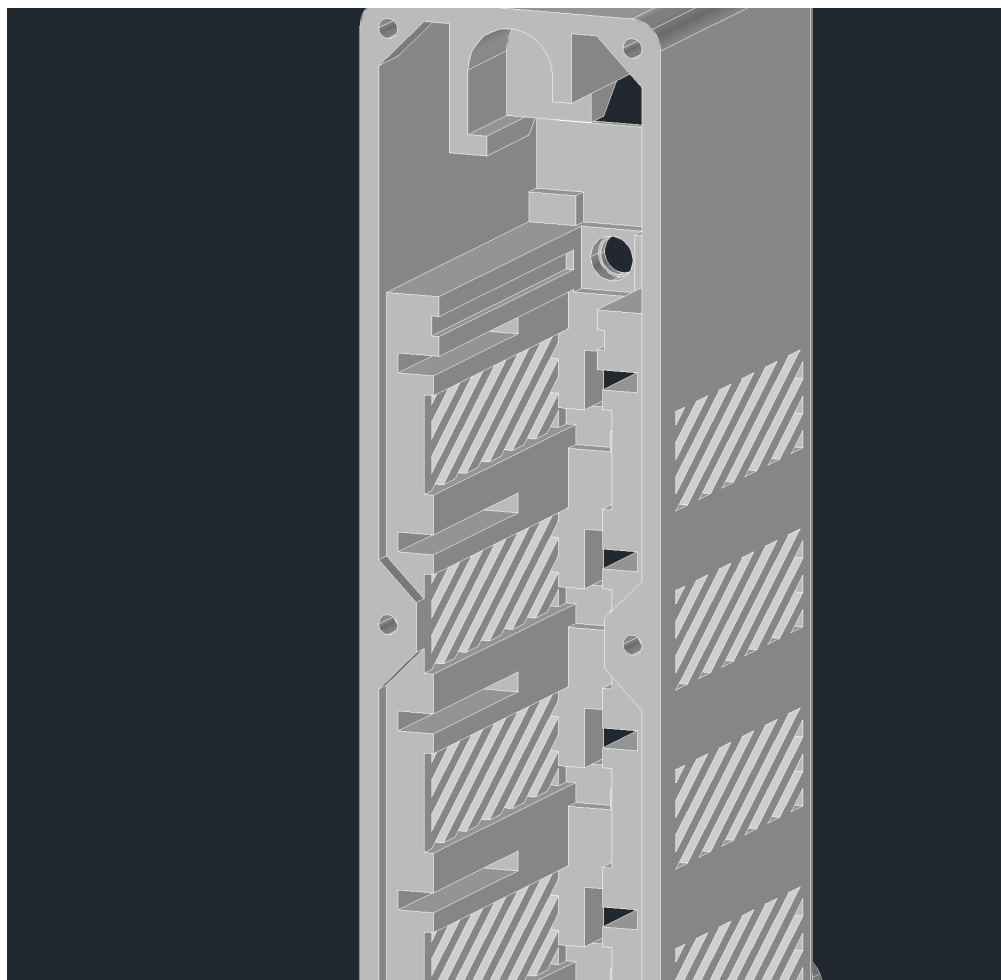


Рисунок 2.12 — Вигляд ззаду 3D моделі корпусу

На другому етапі, після завершення проектування в AutoCAD, віртуальна модель корпусу була підготовлена для 3D-друку. Для цього використовувалося програмне забезпечення UltiMaker Cura[13] для підготовки моделей до друку (рисунок 2.13), яке дозволяє оптимізувати модель для друку та визначити необхідні параметри друку, такі як товщина шару, заповнення, швидкість друку тощо. Для виготовлення корпусу використовувався 3D-принтер, що дозволяє створювати точні та деталізовані пластикові вироби. Вибір параметрів друку є критичним, оскільки він впливає на міцність та якість кінцевого продукту.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприклад, товщина шару впливає на деталізацію, а заповнення – на міцність корпусу.

Матеріалом для друку корпусу обрано PLA (полілактид) – біорозкладаний пластик, що характеризується високою міцністю та стійкістю до механічних впливів. Використання PLA забезпечило виготовлення надійного корпусу, здатного захищати внутрішні компоненти зарядної станції від фізичних пошкоджень та впливу навколишнього середовища. PLA є популярним матеріалом для 3D-друку завдяки своїм екологічним властивостям і легкості використання. Процес 3D-друку зайняв декілька годин, під час яких модель поступово формувалася шар за шаром до досягнення кінцевого результату.

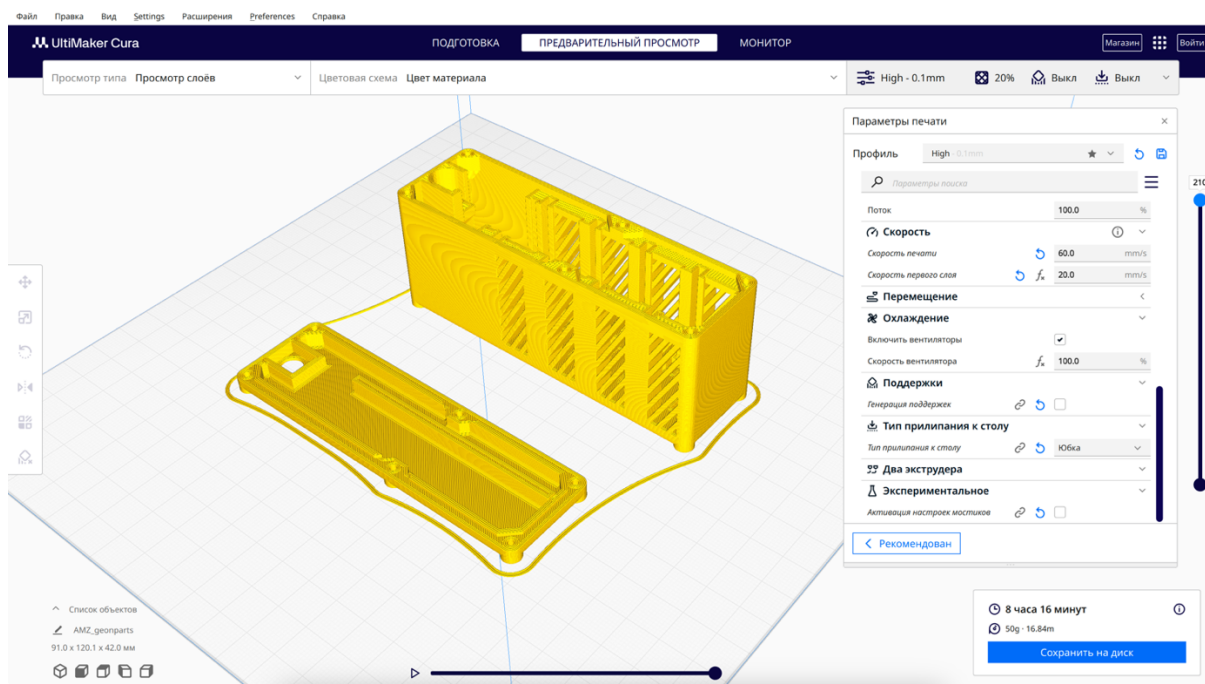


Рисунок 2.13 — Вигляд інтерфейсу UltiMaker Cura

Після завершення друку корпусу, наступним етапом стало його обробка та збірка. Надрукований корпус був ретельно оброблений для видалення залишків матеріалу та згладження поверхонь. Всі отвори для портів, дисплея, кнопок та гнізда живлення були перевірені на відповідність розмірам та формам компонентів, що встановлюються. Після цього всі компоненти зарядної станції

були змонтовані всередині корпусу та закріплені для забезпечення надійного з'єднання. Це включало перевірку розмірів і розташування всіх елементів, щоб уникнути проблем при фінальній збірці.

Процес збірки пристрою починається з підготовки корпусу. Корпус зарядної станції спроектовано у програмі AutoCAD та виготовлено на 3D принтері. Він складається з основної частини та задньої кришки (рисунок 2.14). Перед початком встановлення компонентів необхідно підготувати корпус, очистивши його від залишків матеріалу після друку та переконавшись, що всі отвори для кріплення компонентів відповідають проектним розмірам. Це важливо для забезпечення правильного монтажу та надійної роботи всіх елементів станції. Особлива увага приділяється отворам для USB портів, дисплея та кнопок управління.



Рисунок 2.14 — Основна частина корпус та кришка, надруковані на 3D принтері

Наступним етапом є встановлення кнопок (рисунок 2.15). Використовуються дві тактові кнопки, які будуть служити для взаємодії з

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

користувачем. Ці кнопки необхідні для перемикання режимів відображення інформації на дисплеї або для включення та виключення зарядної станції. Кнопки вставляються в спеціально підготовлені отвори на корпусі, після чого фіксуються на місці. Важливо, щоб кнопки були встановлені надійно, оскільки вони повинні витримувати регулярне натискання без зміщення чи поломок. Після встановлення кнопок необхідно перевірити їх роботу, натискаючи кожну з них кілька разів, щоб переконатися, що вони рухаються легко і повертаються у вихідне положення.

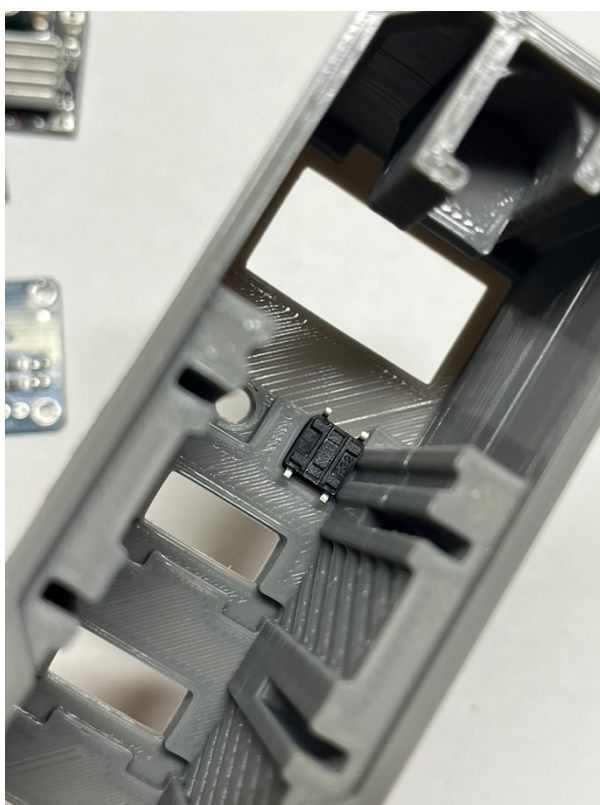


Рисунок 2.15 — Розміщення тактових кнопок у корпусі

Наступним важливим кроком є встановлення плати Arduino Pro Mini (рисунок 2.16). Ця плата є мозком нашої зарядної станції і керує всіма її функціями. Плата Arduino встановлюється таким чином, щоб кнопки були надійно закріплені і могли легко натискатися. Це забезпечує стабільність та зручність використання. Важливо переконатися, що плата Arduino встановлена правильно, з урахуванням доступу до роз'ємів для підключення інших

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

компонентів системи. Для надійної фіксації плати використовуються кріплення, які забезпечують її стійке положення у корпусі, що дозволяє уникнути небажаних зсувів або розривів контактів під час експлуатації. Після встановлення плати Arduino необхідно перейти до монтажу модулів швидкої зарядки. Спочатку встановлюється перший модуль швидкої зарядки разом із відповідним модулем датчика INA219 (рисунок 2.17), який використовується для вимірювання напруги та струму. Модулі закріплюються на своїх місцях у корпусі, забезпечуючи надійне електричне з'єднання та механічну фіксацію.



Рисунок 2.16 — Розміщення плати Arduino у корпусі

На цьому етапі важливо перевірити, що всі компоненти розташовані правильно, і немає механічних перешкод для їх функціонування. Переконавшись у правильності розташування першого модуля, можна приступити до встановлення решти модулів.

У процесі встановлення модулів важливо дотримуватися певної послідовності, щоб уникнути плутанини у підключеннях та забезпечити

максимальну ефективність роботи всієї системи. Кожен модуль швидкої зарядки повинен бути підключений до відповідного датчика INA219, який забезпечує контроль за напругою та струмом на кожному з портів. Це дозволяє отримувати точні дані про процес зарядки та відображати їх на дисплеї. Для забезпечення надійного з'єднання використовується пайка, яка гарантує стабільність електричних контактів та мінімізує ризик виникнення збоїв у роботі пристрою.

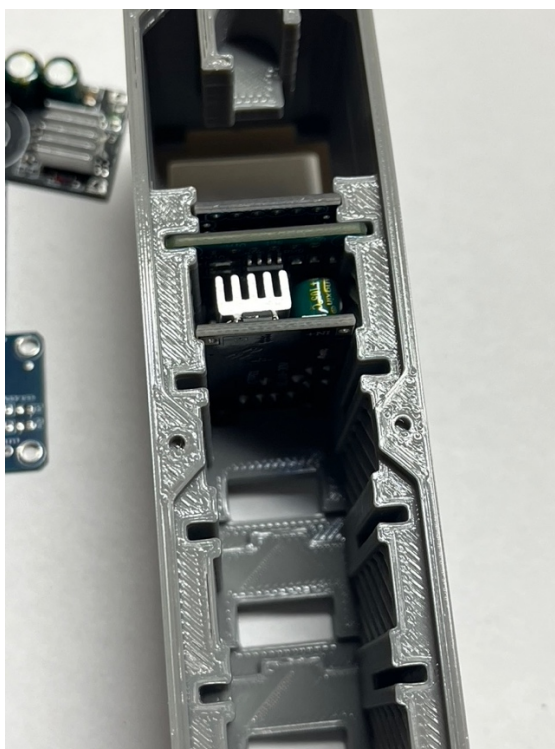


Рисунок 2.17 — Розміщення модуля зарядки разом з INA219 у корпусі

Після встановлення всіх модулів зарядки та датчиків, необхідно провести їх перевірку. Це включає тестування кожного з'єднання на предмет надійності та відповідності електричним схемам. Особлива увага приділяється правильності підключення датчиків INA219, оскільки від них залежить точність вимірювань та коректність відображення інформації на дисплеї. У разі виявлення будь-яких невідповідностей або проблем, необхідно їх негайно усунути, щоб забезпечити надійну роботу зарядної станції у майбутньому.

На завершальному етапі першої частини збірки зарядної станції необхідно переконатися, що всі встановлені компоненти надійно закріплені, а електричні з'єднання мають належну якість. Після цього можна перейти до наступних етапів збірки, які включатимуть підключення дисплея, завершення монтажу корпусу та остаточне тестування готового пристрою.

Після підготовки корпусу і встановлення основних компонентів, переходимо до наступних етапів збірки зарядної Smart-станції. На цьому етапі важливо звернути увагу на точність підключення та перевірку всіх з'єднань.

Перш ніж продовжити, необхідно впевнитися, що всі компоненти правильно з'єднані та закріплені. Після цього можна переходити до встановлення решти модулів швидкої зарядки. Кожен модуль повинен бути з'єднаний із відповідним датчиком INA219, як це показано на рисунку 2.18. Це забезпечує вимірювання напруги та струму на кожному порту зарядки, що дозволяє відображати точну інформацію на дисплеї. При встановленні наступних модулів потрібно бути обережним, щоб уникнути пошкодження вже підключених компонентів.

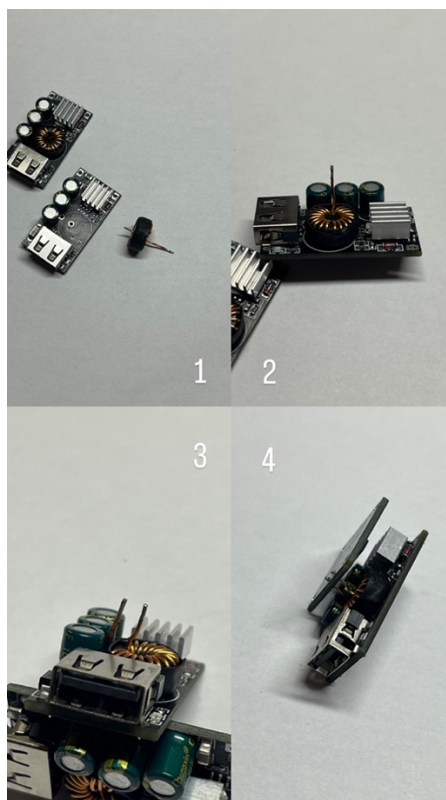


Рисунок 2.18 — Процес з'єднання модуля зарядки та INA219

Процес підключення датчиків INA219 до модулів зарядки потребує певної послідовності дій. Спочатку кожен датчик підключається до відповідного модуля зарядки, після чого здійснюється перевірка з'єднань. Важливо перевірити надійність всіх з'єднань і переконатися, що немає розривів або поганих контактів. Використовується пайка для забезпечення надійного електричного з'єднання між датчиками та модулями зарядки. Після підключення кожного модуля необхідно провести тестування на відповідність електричній схемі.

Наступним кроком є встановлення дисплея. Використовується OLED дисплей SSD1306. Дисплей закріплюється на передній панелі корпусу так, щоб інформація була добре видимою для користувача. Важливо переконатися, що дисплей встановлений рівно та надійно закріплений, оскільки від цього залежить зручність використання зарядної станції. Підключення дисплея до плати Arduino здійснюється через відповідні контакти, після чого проводиться перевірка його роботи.

Після встановлення дисплея переходимо до монтажу стабілізатора напруги 5 вольт. Стабілізатор використовується для живлення дисплея та плати Arduino, забезпечуючи стабільну напругу під час роботи зарядної станції. Він закріплюється у корпусі поруч із іншими компонентами та підключається до живлення. Важливо перевірити правильність підключення стабілізатора, щоб уникнути проблем з живленням системи.

На цьому етапі необхідно також підключити вхідний роз'єм живлення. Він встановлюється на задній панелі корпусу та підключається до стабілізатора напруги. Роз'єм живлення повинен бути закріплений надійно, щоб забезпечити стабільне з'єднання під час експлуатації зарядної станції. Після встановлення роз'єму необхідно перевірити всі з'єднання на предмет надійності та відповідності схемі.

Після завершення монтажу всіх компонентів у корпусі (рисунок 2.19), здійснюється підключення та налагодження зарядної станції. Спочатку проводиться перевірка всіх електричних з'єднань, щоб упевнитися у відсутності коротких замикань та інших проблем. Після цього зарядна станція підключається

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до живлення для перевірки її роботи. Необхідно переконатися, що всі компоненти функціонують належним чином і інформація правильно відображається на дисплеї.

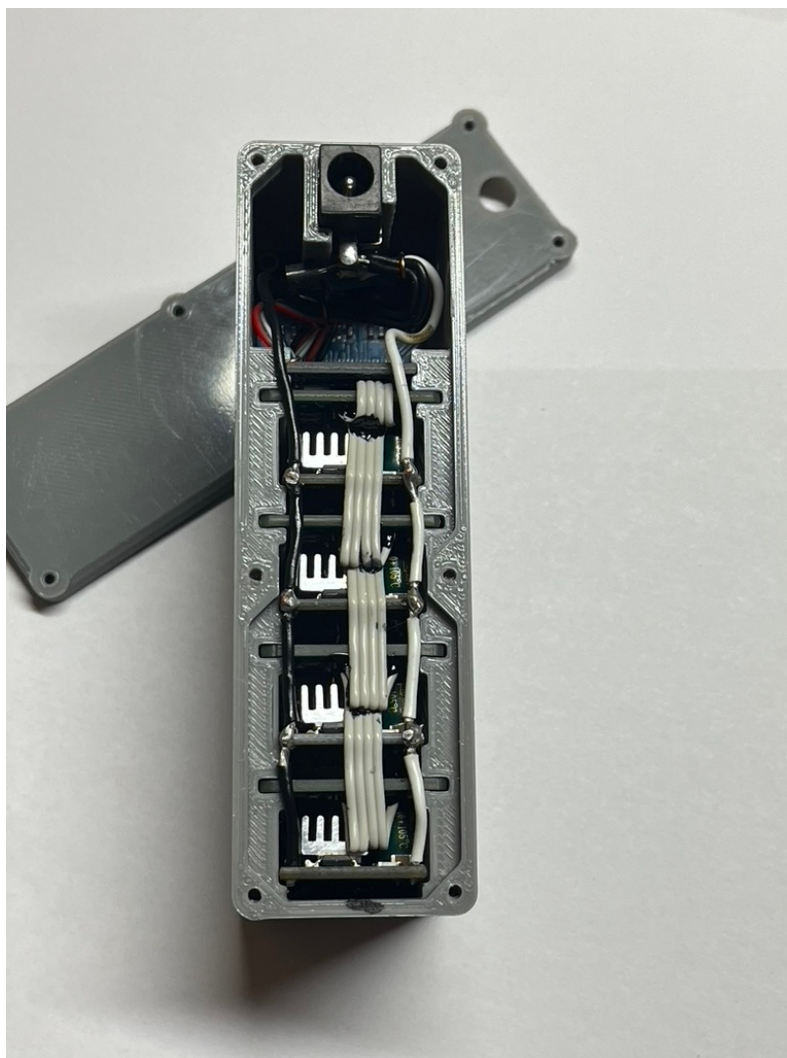


Рисунок 2.19 — Кінцевий вигляд пристрою

На даному етапі важливо провести ретельне тестування всіх функцій зарядної станції, щоб упевнитися в її працездатності та відповідності технічним вимогам. Тестування включає перевірку роботи кожного порту зарядки, відображення напруги та струму на дисплеї, а також функції підрахунку спожитої електроенергії в ватт-годинах.

Після успішного тестування всіх функцій зарядної станції можна переходити до завершального етапу – закриття корпусу задньою кришкою.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Кришка повинна бути встановлена надійно, щоб захистити внутрішні компоненти від пошкоджень та забезпечити естетичний вигляд готового пристрою. Переконавшись у правильності встановлення всіх компонентів та надійності з'єднань, зарядну станцію можна вважати готовою до експлуатації.

2.5 Програмне забезпечення та інтерфейс користувача

Програмне забезпечення є однією з ключових складових проекту, оскільки саме воно забезпечує управління всіма компонентами системи, обробку даних з модулів та відображення необхідної інформації на дисплеї. Розробка програмного забезпечення вимагала детального підходу до кожного аспекту функціонування пристрою, щоб забезпечити його надійність, точність і зручність у користуванні.

Основною функцією програмного забезпечення є зчитування даних з модулів INA219, які вимірюють струм та напругу на кожному з чотирьох USB портів. Ці дані є критичними для забезпечення правильного функціонування зарядної станції. Програма обробляє отримані дані, аналізуючи їх та використовуючи для відображення на дисплеї. Завдяки високій точності модулів INA219, система забезпечує точні вимірювання, що є важливим для користувачів, які покладаються на ці дані для оцінки стану зарядки підключених пристроїв.

Дисплей SSD1306 є ще одним важливим компонентом, який забезпечує відображення інформації про струм, напругу та спожиту електроенергію у зручному та інформативному форматі. Програмне забезпечення було розроблено таким чином, щоб дисплей міг відображати всі ці параметри одночасно (рисунок 2.20), забезпечуючи користувача повною інформацією про процес зарядки. Для керування дисплеєм використовуються спеціальні бібліотеки, які дозволяють легко та ефективно відображати дані.

Важливою особливістю програмного забезпечення є можливість побудови графіків параметрів зарядки в реальному часі (рисунок 2.21). Це дозволяє користувачам відслідковувати динаміку змін параметрів зарядки, що є особливо корисним для майстерень з ремонту смартфонів, де необхідно мати точну інформацію про процес зарядки. Побудова графіків реалізована шляхом

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

збереження історичних даних та їх подальшого відображення у вигляді графіків на дисплеї. Це дозволяє користувачу бачити, як змінюються параметри зарядки з часом, що може бути корисним для діагностики та оптимізації процесу зарядки.



Рисунок 2.20 — Вигляд першої сторінки інтерфейсу користувача

Обробка сигналів від двох тактових кнопок є ще однією важливою функцією програмного забезпечення. Ці кнопки використовуються для перемикання між режимами відображення та налаштуваннями. Користувач може легко змінювати режим роботи дисплею, вибираючи, які параметри він хоче бачити в даний момент. Це забезпечує високу гнучкість та зручність у використанні пристрою. Програмне забезпечення обробляє натискання кнопок та

відповідно змінює режим роботи дисплею, що робить управління пристроєм інтуїтивно зрозумілим та простим.

Крім того, програмне забезпечення забезпечує підрахунок спожитої електроенергії в ватт-годинах. Це здійснюється на основі зчитаних даних струму та напруги, що дозволяє точно визначити, скільки енергії споживає кожен з підключених пристроїв (рисунок 2.22). Ця інформація відображається на дисплеї, що дає можливість користувачам оцінити ефективність зарядки та виявити можливі проблеми з підключеними пристроями.



Рисунок 2.21— Вигляд другої сторінки інтерфейсу користувача

Розробка програмного забезпечення була здійснена на мові програмування C++[14] з використанням інтегрованого середовища розробки Arduino IDE. Це середовище забезпечує зручний та ефективний процес розробки, тестування та налагодження програмного забезпечення. У розробці були використані сторонні бібліотеки, такі як Adafruit INA219 для роботи з модулями вимірювання та

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Adafruit SSD1306 для управління дисплеєм. Використання цих бібліотек значно спростило процес розробки програмного забезпечення, забезпечуючи високу ефективність та надійність роботи.



Рисунок 2.22— Вигляд другої сторінки інтерфейсу користувача

Інтерфейс користувача зарядної Smart-станції спроектовано таким чином, щоб забезпечити максимальну зручність та інтуїтивність користування пристроєм. Основним елементом інтерфейсу є OLED дисплей, на якому відображаються всі основні параметри зарядки. Дисплей забезпечує візуалізацію таких даних, як поточний струм та напруга, що подаються на кожен з чотирьох USB портів, а також кількість електроенергії, спожитої пристроями, підключеними до кожного з портів. Це дозволяє користувачам мати повну інформацію про процес зарядки та оперативно реагувати на будь-які зміни.

Дисплей також має можливість відображення графіків параметрів зарядки, що дозволяє користувачам відслідковувати динаміку змін в реальному часі. Це особливо корисно для майстерень з ремонту смартфонів, де необхідно мати точну інформацію про процес зарядки. Графіки відображаються у вигляді ліній, що показують зміни параметрів з часом, дозволяючи користувачам бачити тренди та аномалії в процесі зарядки. Це допомагає виявляти проблеми на ранніх стадіях та приймати відповідні заходи для їх усунення.

Для управління інтерфейсом використовуються дві тактові кнопки, які дозволяють користувачу перемикати режими відображення на дисплеї та налаштовувати параметри роботи зарядної станції. Це забезпечує гнучкість та простоту у використанні пристрою. Кнопки розташовані так, щоб їх було зручно натискати навіть під час активного використання зарядної станції. Інтерфейс розроблений таким чином, щоб користувач міг швидко та легко отримати доступ до всієї необхідної інформації та змінювати налаштування без зайвих зусиль.

Загалом, програмне забезпечення та інтерфейс користувача зарядної станції забезпечують високу функціональність та зручність користування. Завдяки ретельній розробці та тестуванню програмного забезпечення, система працює стабільно та надійно, забезпечуючи точні вимірювання та інформативне відображення даних. Інтерфейс користувача, спроектований з урахуванням потреб професіоналів у сфері ремонту смартфонів, робить цей пристрій привабливим для широкого кола користувачів, забезпечуючи зручність та ефективність у використанні.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Тестування та результати роботи зарядної станції

3.1 Методологія тестування

Першим етапом тестування є попередня підготовка. На цьому етапі здійснюється підготовка обладнання та інструментів, необхідних для проведення тестів. Важливо переконатися, що всі компоненти зарядної станції встановлені та підключені правильно. Особлива увага приділяється перевірці з'єднань між модулем Arduino, модулями INA219, дисплеєм SSD1306 та іншими компонентами. Підготовка включає також налаштування програмного забезпечення та завантаження його на мікроконтролер Arduino. Всі бібліотеки та залежності мають бути встановлені коректно, щоб забезпечити правильне функціонування пристрою.

Після попередньої підготовки розпочинається основний етап тестування. Цей етап включає кілька видів тестів, кожен з яких спрямований на перевірку різних аспектів роботи зарядної станції. Перший вид тестування – це функціональне тестування, яке перевіряє, чи виконує пристрій всі свої заявлені функції. На цьому етапі перевіряється зчитування даних з модулів INA219, відображення інформації на дисплеї SSD1306, обробка сигналів від кнопок та підрахунок спожитої електроенергії. Функціональне тестування дозволяє переконатися, що всі компоненти працюють у взаємодії один з одним і виконують свої завдання належним чином.

Наступним видом тестування є тестування точності вимірювань. Оскільки зарядна станція призначена для вимірювання струму та напруги на кожному з USB портів, важливо перевірити точність цих вимірювань. Для цього використовуються контрольні прилади, які мають високу точність вимірювань. Дані, зчитані зарядною станцією, порівнюються з даними контрольних приладів. Цей тест дозволяє виявити можливі відхилення та забезпечити точність вимірювань, що є критично важливим для користувачів.

Одним з важливих аспектів тестування є перевірка стабільності роботи пристрою при тривалому використанні. Для цього зарядна станція піддається

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

тривалому тестуванню під навантаженням, коли до неї підключені різні пристрої, які заряджаються протягом тривалого часу. Такий тест дозволяє виявити можливі проблеми, які можуть виникнути під час тривалої експлуатації, такі як перегрів, нестабільність роботи або збої в програмному забезпеченні. Стабільність роботи перевіряється шляхом безперервної роботи пристрою протягом декількох годин або днів з періодичним зчитуванням даних та аналізом їх на предмет можливих аномалій.

Також важливим етапом тестування є перевірка взаємодії з користувачем. Це включає перевірку зручності користування інтерфейсом, зокрема дисплеєм та кнопками. Користувач повинен мати можливість легко переключати режими відображення, налаштовувати параметри та отримувати інформацію про процес зарядки. Важливо, щоб інтерфейс був інтуїтивно зрозумілим та зручним у використанні. Для цього проводяться тестування з участю реальних користувачів, які дають зворотний зв'язок щодо зручності та функціональності інтерфейсу.

Аналіз результатів тестування є наступним критичним етапом. Всі зібрані дані та результати тестів аналізуються на предмет виявлення можливих проблем та недоліків. Виявлені проблеми класифікуються за ступенем їх важливості та складності усунення. На основі цього аналізу розробляються рекомендації щодо вдосконалення пристрою. Якщо виявлено критичні помилки або недоліки, вони усуваються, і пристрій проходить повторне тестування до тих пір, поки всі проблеми не будуть вирішені.

Завершальним етапом методології тестування є документація результатів. Всі етапи тестування, результати та висновки документуються для подальшого аналізу та звітності. Це дозволяє мати повну картину про процес тестування, виявлені проблеми та способи їх вирішення. Документація також є важливим джерелом інформації для подальшого вдосконалення пристрою та розробки нових версій.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Результати тестування та порівняння з існуючими рішеннями

Результати тестування зарядної станції показали, що пристрій виконує всі заявлені функції і відповідає технічним вимогам. Тестування проводилося в кілька етапів, з використанням різних методів для перевірки точності вимірювань, стабільності роботи, взаємодії з користувачем та відповідності технічним характеристикам.

Під час функціонального тестування було перевірено зчитування даних з модулів INA219, відображення інформації на дисплеї SSD1306, обробку сигналів від тактових кнопок та підрахунок спожитої електроенергії. Всі компоненти працювали злагоджено, забезпечуючи точні вимірювання та своєчасне відображення даних. Програма коректно зчитувала значення струму та напруги з кожного USB порту та відображала їх на екрані. Інформація про спожиту електроенергію також відображалася коректно, що підтверджує правильність роботи алгоритмів підрахунку.

Тестування точності вимірювань показало, що пристрій забезпечує високу точність вимірювань струму та напруги. Відхилення між даними, зчитаними з модулів INA219, та даними контрольних приладів було мінімальним і знаходилося в межах допустимих значень. Це важливо для забезпечення надійності пристрою, оскільки точність вимірювань є критичною для користувачів, які використовують зарядну станцію для діагностики та ремонту електронних пристроїв.

Перевірка стабільності роботи пристрою при тривалому використанні під навантаженням показала, що зарядна станція працює стабільно навіть при тривалому підключенні кількох пристроїв. Пристрій не перегрівався і не виявляв ознак нестабільної роботи протягом декількох годин безперервного тестування. Це свідчить про високу надійність і довговічність зарядної станції, що є важливим для комерційного використання.

Тестування взаємодії з користувачем показало, що інтерфейс користувача є зручним та інтуїтивно зрозумілим. Користувачі легко могли перемикаати режими

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відображення, налаштовувати параметри та отримувати необхідну інформацію про процес зарядки. Інтерфейс був протестований на групі користувачів, які дали позитивні відгуки про його зручність та функціональність. Це підтверджує, що зарядна станція є зручною у використанні і відповідає потребам користувачів.

Аналізуючи результати тестування, можна зробити висновок, що зарядна станція є надійним та функціональним пристроєм, який відповідає всім технічним вимогам. Проте важливо також порівняти її з існуючими ринковими рішеннями, щоб оцінити конкурентні переваги та недоліки.

На ринку існує багато зарядних станцій різних виробників, які пропонують різний функціонал та технічні характеристики. Більшість з них забезпечують зарядку кількох пристроїв одночасно, проте не всі можуть похвалитися можливістю точного вимірювання струму та напруги на кожному з портів. Багато з комерційних зарядних станцій не мають функції відображення інформації про спожиту електроенергію, що є важливим для майстерень з ремонту електроніки.

Порівнюючи зарядну станцію з іншими пристроями, можна виділити кілька ключових переваг. По-перше, можливість точного вимірювання та відображення струму та напруги на кожному з USB портів є значною перевагою, оскільки це дозволяє користувачам отримувати точну інформацію про процес зарядки та діагностувати можливі проблеми. По-друге, функція підрахунку спожитої електроенергії та відображення цієї інформації на дисплеї є корисною для користувачів, які хочуть контролювати енергоспоживання підключених пристроїв.

Ще однією перевагою зарядної станції є можливість відображення графіків параметрів зарядки в реальному часі. Це дозволяє користувачам відслідковувати динаміку змін параметрів зарядки та виявляти можливі аномалії. Такої функції не мають багато комерційних зарядних станцій, що робить наш пристрій більш привабливим для професіоналів у сфері ремонту електроніки.

Проте зарядна станція на платформі Arduino має і деякі недоліки в порівнянні з комерційними рішеннями. Одним з таких недоліків є необхідність ручного складання та налаштування пристрою, що може вимагати певних

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

технічних знань та навичок. Комерційні зарядні станції зазвичай пропонуються в готовому вигляді і не потребують додаткових налаштувань, що робить їх більш зручними для звичайних користувачів.

Крім того, корпус зарядної станції, спроектований у програмі AutoCAD та виготовлений на 3D принтері, може бути менш естетично привабливим та менш міцним у порівнянні з комерційними рішеннями, які використовують заводське виготовлення та високоякісні матеріали. Проте цей недолік можна усунути шляхом використання більш досконалих матеріалів та технологій виготовлення корпусу в майбутніх версіях пристрою.

Узагальнюючи результати тестування та порівняння з існуючими ринковими рішеннями, можна зробити висновок, що зарядна пристрій є конкурентоспроможним пристроєм з унікальними функціональними можливостями, які роблять її привабливою для професійного використання. Вона забезпечує високу точність вимірювань, зручний інтерфейс та додаткові функції, які не завжди присутні в комерційних рішеннях. Проте для підвищення конкурентоспроможності важливо врахувати виявлені недоліки та вдосконалити пристрій у майбутніх версіях.

3.3 Витрати та перспективи впровадження на ринок

Розробка та виготовлення зарядної станції включає кілька етапів, кожен з яких потребує певних фінансових витрат. Основні витрати пов'язані з придбанням компонентів, виготовленням корпусу та оплатою праці розробників.

Перш за все, слід врахувати вартість електронних компонентів, таких як плата Arduino Pro Mini, чотири модулі швидкої зарядки з USB виходами, модулі INA219 для вимірювання напруги та струму, OLED дисплей SSD1306, стабілізатор напруги, тактові кнопки та вхідний роз'єм живлення. Загальна вартість цих компонентів складає близько 15-20 доларів США, залежно від постачальника.

Наступним значним етапом є проектування та виготовлення корпусу. Для створення прототипу було використано програмне забезпечення AutoCAD та 3D-

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

принтер. Вартість друку одного корпусу на 3D-принтері може коливатися від 5 до 10 доларів США, залежно від матеріалу та складності конструкції. У разі серійного виробництва, виготовлення корпусів може бути значно дешевшим за рахунок масового виготовлення за допомогою лиття під тиском або інших промислових методів.

Загальні витрати на розробку та виготовлення прототипу зарядної станції складають близько 25-30 доларів США. У разі серійного виробництва ці витрати можуть бути значно знижені за рахунок економії на масштабі та оптимізації виробничих процесів.

Перспективи впровадження зарядної Smart-станції на ринок є досить сприятливими. Основна цільова аудиторія пристрою – майстерні з ремонту смартфонів[15] та інших електронних пристроїв. Зарядна станція забезпечує точні вимірювання струму та напруги, що є критично важливим для діагностики та ремонту. Крім того, можливість підрахунку спожитої електроенергії та відображення графіків параметрів зарядки на дисплеї додає пристрою конкурентних переваг.

На ринку існує обмежена кількість зарядних станцій з подібним функціоналом, що створює сприятливі умови для виходу нашого продукту. Проте, для успішного впровадження на ринок, необхідно врахувати кілька важливих аспектів.

По-перше, маркетинг та просування продукту мають бути орієнтовані на професійних користувачів, таких як ремонтні майстерні та сервісні центри. Це може включати участь у спеціалізованих виставках, реклама у професійних журналах та на тематичних інтернет-ресурсах.

По-друге, важливо забезпечити високу якість та надійність пристрою. Це включає ретельне тестування кожного екземпляра, забезпечення гарантійного обслуговування та технічної підтримки. Користувачі повинні бути впевнені в тому, що зарядна станція буде працювати стабільно та точно, що є критично важливим для професійного використання.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По-третє, слід розглянути можливість розширення функціоналу пристрою. Наприклад, додавання підтримки бездротової зарядки або інтеграція з іншими діагностичними інструментами може зробити продукт ще більш привабливим для професійних користувачів.

Враховуючи всі ці аспекти, можна зробити висновок, що зарядна Smart-станція на платформі Arduino має значний потенціал для успішного впровадження на ринок. Основні переваги продукту, такі як точність вимірювань, зручний інтерфейс та додаткові функції, роблять його привабливим для професійного використання. Проте для досягнення успіху необхідно забезпечити високу якість та надійність пристрою, а також ефективно просувати його на ринку.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В рамках даного проекту було розроблено багатофункціональний зарядний пристрій, здатний одночасно заряджати кілька електронних пристроїв та надавати користувачам детальну інформацію про процес зарядки. Використання платформи Arduino дозволило створити гнучке і функціональне рішення, яке відповідає потребам сучасних ремонтних майстерень.

Процес розробки складався з кількох ключових етапів, кожен з яких вимагав ретельного планування та виконання. На першому етапі був здійснений вибір компонентів та платформи для реалізації проекту. Після цього розпочалася розробка електричної схеми та проектування корпусу. Використання програмного забезпечення AutoCAD для проектування корпусу та 3D-принтера для його виготовлення дозволило створити прототип з необхідними параметрами та зручностями.

Програмне забезпечення для управління зарядним пристроєм було розроблено з урахуванням усіх необхідних функцій. Воно забезпечує зчитування даних з модулів INA219, обробку сигналів від кнопок та відображення інформації на OLED-дисплеї SSD1306. Основні алгоритми роботи системи були реалізовані таким чином, щоб забезпечити точність вимірювань та стабільність роботи пристрою. Особливу увагу було приділено зручності інтерфейсу користувача, що дозволяє легко налаштовувати параметри та отримувати інформацію про процес зарядки.

Тестування пристрою підтвердило його працездатність та відповідність технічним вимогам. Функціональне тестування показало, що всі компоненти працюють злагоджено, забезпечуючи точні вимірювання та своєчасне відображення даних. Перевірка точності вимірювань продемонструвала мінімальні відхилення від даних контрольних приладів, що свідчить про високу точність роботи. Тестування стабільності роботи під навантаженням показало, що пристрій може працювати тривалий час без перегріву та збоїв.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Порівняння з існуючими ринковими рішеннями показало, що наш пристрій має кілька важливих переваг, таких як точне вимірювання струму та напруги на кожному порту, можливість підрахунку спожитої електроенергії та відображення графіків параметрів зарядки. Ці функції роблять пристрій привабливим для професіоналів, які займаються ремонтом електроніки.

Витрати на розробку та виготовлення прототипу включали вартість електронних компонентів, друк корпусу на 3D-принтері та оплату праці розробників. Загальна вартість розробки прототипу склала близько 1100-3090 доларів США. У разі серійного виробництва витрати можуть бути значно знижені за рахунок масового виготовлення корпусів та оптимізації виробничих процесів.

Перспективи впровадження на ринок виглядають досить сприятливими. Основна цільова аудиторія – ремонтні майстерні та сервісні центри – зацікавлені у точних та надійних інструментах для діагностики та ремонту електронних пристроїв. Зарядний пристрій забезпечує необхідну функціональність та зручність у використанні, що робить його конкурентоспроможним на ринку.

Для успішного впровадження необхідно забезпечити високу якість та надійність пристрою, а також ефективно просувати його на ринку. Важливо також врахувати можливість розширення функціоналу, наприклад, додавання підтримки бездротової зарядки або інтеграції з іншими діагностичними інструментами. Це зробить пристрій ще більш привабливим для професійних користувачів та підвищить його конкурентоспроможність.

Таким чином, технічне завдання можна вважати виконаним у повному обсязі. Проект продемонстрував можливість створення високоякісного та функціонального зарядного пристрою на платформі Arduino, який відповідає потребам сучасних ремонтних майстерень. Враховуючи всі переваги та можливості вдосконалення, наш пристрій має значний потенціал для успішного впровадження на ринок та комерційного використання.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. USB Enabling Conections[Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.usb.org/documents>.
2. Arduino Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://docs.arduino.cc>.
3. Qualcomm Announces World's Fastest Commercial Charging Solution Smartphone Repair Industry Trends [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.ibisworld.com/united-states/market-research-reports/cell-phone-repair-industry>. Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.qualcomm.com/news/releases/2020/07/qualcomm-announces-worlds-fastest-commercial-charging-solution-quick-charge#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Fwww.qualcomm.com%2Fnews%2Freleases%2F2020%2F07%2Fqualcomm,100> .
4. Core Tecnologies [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://oled.com/solutions/oled-technologies>.
5. Raspberry Pi Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.raspberrypi.com/documentation/>.
6. STM32 Embedded Software – PDF Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.st.com/en/embedded-software/stm32-embedded-software/documentation.html> .
7. SSD1306 Datasheet, PDF [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ssd1306%20datasheet&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwjqWzBhAqEiwAQmtgTxUsVQ9bcWHQehbS25YRwGaBQvpDOxuXV3548APr6ZUX-svfCs7G2xoCNvcQAvD_BwE ss.
8. Voltage Regulators [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.mouser.com/datasheet/2/308/LM7805-1102715.pdf>.
9. I2C Bus Specification and User Manual [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. INA219 Current Sensor Datasheet [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf>.
11. 3D Printing Guide [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/3d-printing>.
12. AutoCAD Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad>.
13. UltiMaker Cura Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>.
14. C++ Programming Language Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://en.cppreference.com/w/>.
15. Smartphone Repair Industry Trends [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.ibisworld.com/united-states/market-research-reports/cell-phone-repair-industry>.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОТ
проф., д.т.н.. Азаров О.Д.
«06» травня 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврського дипломного проекту
«Зарядна Smart-станція на пלטформі Arduino»
08-54.БДП.006.00.000.ТЗ

Науковий керівник: к.т.н., доц.
каф. ОТ Муращенко О.Г.
Студент групи 1СП-20Б
Добровольський Д.С.

ВНТУ 2024

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Підставою для виконання бакалаврського дипломного проекту

1.1 Важливість дослідження у напрямку розробки багатофункціональної зарядної станції обумовлена зростаючою потребою у швидкому та ефективному заряджанні різноманітних електронних пристроїв. Сучасні ремонтні майстерні смартфонів та інших гаджетів потребують надійних інструментів для діагностики та ремонту. Створення зарядної станції, яка не тільки заряджає пристрої, але й надає інформацію про процес зарядки, має значний потенціал для підвищення якості обслуговування клієнтів і оптимізації робочих процесів.

1.2 Наказ про затвердження теми БДП.

2 Мета БДП і призначення розробки

2.1 Мета роботи – розробка багатофункціонального зарядного пристрою на платформі Arduino, який забезпечує одночасне заряджання кількох пристроїв, відображення параметрів зарядки (струм, напруга) на дисплеї, а також підрахунок спожитої електроенергії у ваттгодинах. Проект спрямований на створення інноваційного рішення для ремонтних майстерень, яке підвищить ефективність їхньої роботи.

2.2 Призначення розробки – зарядний пристрій призначений для використання в ремонтних майстернях для заряджання різноманітних електронних пристроїв, надання точних вимірювань параметрів зарядки та підрахунку спожитої електроенергії. Це дозволить майстрам швидко діагностувати стан пристроїв і забезпечувати якісне обслуговування клієнтів.

3 Вихідні дані для виконання БДП

3.1 Проведення аналізу існуючих зарядних пристроїв та визначення їхніх переваг і недоліків.

3.2 Розробка електричної схеми зарядного пристрою на основі платформи Arduino та вибір необхідних компонентів, таких як модулі швидкої зарядки, вимірювальні модулі INA219, OLED дисплей та стабілізатор напруги.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Проектування корпусу зарядної станції за допомогою програмного забезпечення AutoCAD та виготовлення прототипу на 3D-принтері.

3.4 Розробка програмного забезпечення для управління зарядним пристроєм, включаючи алгоритми вимірювання параметрів зарядки та відображення даних на дисплеї.

3.5 Виконання тестування розробленого пристрою, включаючи функціональне та стабільнісне тестування під навантаженням.

3.6 Аналіз економічної доцільності проекту та визначення вартості розробки і виготовлення пристрою.

3.7 Оцінка перспектив впровадження розробленого зарядного пристрою на ринок та визначення потенційної цільової аудиторії.

4 Вимоги до виконання БДП

Головна вимога – створення багатофункціонального зарядного пристрою, який забезпечує точне вимірювання параметрів зарядки, надає зручний інтерфейс для користувача та відповідає високим стандартам якості і надійності. Всі етапи розробки, включаючи проектування, виготовлення та тестування, мають бути виконані з дотриманням відповідних технічних норм і стандартів.

5 Етапи БДП та очікувані результати

Етапи роботи та очікувані результати приведено в Таблиці А.1.

6 Матеріали, що подаються до захисту БДП

До захисту подаються: пояснювальна записка БДП, графічні і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту БДП на кафедрі, відгук наукового керівника, відгук опонента, протоколи складання державних екзаменів, анотації до БДП українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення БДП діючим вимогам.

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.1 – Етапи БДП

№ з/п	Назва етапів бакалаврського дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Очікувані результати
1	Аналіз існуючих зарядних станцій, збір даних для порівняння	26.03.2024 – 01.04.2024	Аналітичний огляд літературних джерел, задачі досліджень, розділ 1 ПЗ
2	Проектування електричної схеми	02.04.2024 – 09.04.2024	Розділ 2
3	Моделювання корпусу	10.04.2024 – 18.04.2024	Розділ 3
4	Виготовлення корпусу на 3D-принтері та збірка зарядної станції	19.04.2024 – 26.04.2024	Тези доповідей
5	Розробка програмного забезпечення	27.04.2024 – 01.05.2024	Стаття
6	Тестування та аналіз результатів	02.05.2024 – 18.05.2024	Розділ 3
7	Оформлення матеріалів до захисту БДП	19.05.2024 – 28.05.2024	ПЗ, графіч. матеріал і презентація

7 Порядок контролю виконання та захисту БДП

Виконання етапів графічної та розрахункової документації БДП контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист БДП відбувається на засіданні Екзаменаційної комісії, затвердженої наказом ректора.

8 Вимоги до оформлювання та порядок виконання БДП

8.1 При оформлювання БДП використовуються:

– ДСТУ 3008: 2015 «Звіти в сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання»;

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ДСТУ 8302: 2015 «Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання»;
- міждержавний ГОСТ 2.104-2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи»;
- методичні вказівки до виконання бакалаврських кваліфікаційних робіт зі спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія» (освітня програма «Системне програмування»). Кафедра обчислювальної техніки ВНТУ 2024;
- документами на які посилаються у вище вказаних.

8.2 Порядок виконання БДП викладено в «Положення про кваліфікаційні роботи на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти СУЯ ВНТУ-03.02.02-П.001.01:21».

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б

Лістинг програми

```
#include "U8glib.h"
#include <GyverINA.h>
#include <GyverButton.h>
#include <string.h>

#define MENU_PAGES 3

U8GLIB_SSD1306_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_DEV_0 | U8G_I2C_OPT_NO_ACK |
U8G_I2C_OPT_FAST);
INA219 ina[4]{ INA219((uint8_t)0x45), INA219((uint8_t)0x40),
INA219((uint8_t)0x44), INA219((uint8_t)0x41) };
GButton btn1(9), btn2(10);

class Program {
public:
    void init() {
        u8g.setFont(u8g_font_8x13B);
        u8g.setFontRefHeightExtendedText();
        u8g.setDefaultForegroundColor();
        u8g.setFontPosTop();

        for (int i = 0; i < 4; i++) {
            ina[i].begin();
            ina[i].setResolution(INA219_VBUS, INA219_RES_12BIT_X128);
            ina[i].setResolution(INA219_VSHUNT, INA219_RES_12BIT_X128);
        }

        memset(plot, 64, 64);

        plotPort = 0;
        plotParam = 0;
        menuPage = 0;
    }

    void update() {
        btn1.tick();
        btn2.tick();
    }
};
```

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

if (btn1.isHолded()) {
    menuPage--;
    if (menuPage < 0)
        menuPage = MENU_PAGES - 1;
}
if (btn2.isHолded()) {
    menuPage++;
    if (menuPage >= MENU_PAGES)
        menuPage = 0;
}

if (millis() / 100 - wSectm >= 10) {
    for (int i = 0; i < 4; i++)
        if (curr[i] > 0.009)
            wSec[i] += powr[i];
    wSectm += 10;
}

if (millis() / 100 - blinktm > 5) {
    blink = !blink;
    blinktm = millis() / 100;
}

switch (menuPage) {
    case 0:
        measureUpdate();
        break;

    case 1:
        if (btn1.isClick()) {
            plotPort++;
            if (plotPort >= 4)
                plotPort = 0;
            memset(plot, 64, 64);
        }

        if (btn2.isClick()) {
            plotParam++;
            if (plotParam >= 3)
                plotParam = 0;
            memset(plot, 64, 64);
        }
}

```

```

measureUpdate(plotPort);

for (int i = 0; i < 63; i++) {
    plot[i] = plot[i + 1];
}
if (plotParam == 0) {
    plot[63] = map(volt[plotPort] * 100, 0, 1300, 63, 17);
} else if (plotParam == 1) {
    plot[63] = map(curr[plotPort] * 100, 0, 300, 63, 17);
} else {
    plot[63] = map(powr[plotPort] * 100, 0, 2500, 63, 17);
}
break;

case 2:
    measureUpdate();

    if (btn1.isClick()) {
        plotPort++;
        if (plotPort >= 4)
            plotPort = 0;
    }

    if (btn2.isClick()) {
        wSec[plotPort] = 0;
    }

    break;
}
}

void draw() {

    u8g.firstPage();
    do {
        switch (menuPage) {
            case 0:
                for (int i = 0; i < 4; i++) {
                    u8g.setColorIndex(1);
                    u8g.drawRBox(0, 15 * i, 12, 16, 4);
                    u8g.drawRFrame(0, 15 * i, 128, 16, 4);
                    u8g.setColorIndex(0);
                    u8g.setPrintPos(2, 2 + 15 * i);
                    u8g.print(i + 1);
                    u8g.setColorIndex(1);

```

```

        u8g.setPrintPos(14, 2 + 15 * i);

        if (volt[i] < 10)
            u8g.print(volt[i], 2);
        else
            u8g.print(round(volt[i] * 10) / 10.f, 1);
        u8g.print("V");

        u8g.setPrintPos(58, 2 + 15 * i);
        u8g.print(curr[i], 2);
        u8g.print("A");

        if (round(powr[i]) > 9)
            u8g.setPrintPos(102, 2 + 15 * i);
        else
            u8g.setPrintPos(110, 2 + 15 * i);
        u8g.print(round(powr[i]));

        u8g.print("W");
    }

    u8g.drawLine(55, 0, 55, 60);
    u8g.drawLine(99, 0, 99, 60);
    break;

case 1:
    u8g.setColorIndex(1);
    u8g.drawRBox(0, 0, 12, 16, 4);
    u8g.drawRFrame(0, 0, 128, 16, 4);
    u8g.setColorIndex(0);
    u8g.setPrintPos(2, 2);
    u8g.print(plotPort + 1);
    u8g.setColorIndex(1);
    u8g.setPrintPos(14, 2);

    if (volt[plotPort] < 10)
        u8g.print(volt[plotPort], 2);
    else
        u8g.print(round(volt[plotPort] * 10) / 10.f, 1);
    u8g.print("V");

    u8g.setPrintPos(58, 2);
    u8g.print(curr[plotPort], 2);
    u8g.print("A");

```

```

if (round(powr[plotPort]) > 9)
    u8g.setPrintPos(102, 2);
else
    u8g.setPrintPos(110, 2);
u8g.print(round(powr[plotPort]));

u8g.print("W");

u8g.drawLine(55, 1, 55, 14);
u8g.drawLine(99, 1, 99, 14);

if (blink) {
    switch (plotParam) {
        case 0:
            u8g.drawLine(11, 1, 54, 1);
            u8g.drawLine(11, 14, 54, 14);
            break;

        case 1:
            u8g.drawLine(56, 1, 98, 1);
            u8g.drawLine(56, 14, 98, 14);
            break;
        case 2:
            u8g.drawLine(100, 1, 124, 1);
            u8g.drawLine(100, 14, 124, 14);
            break;
    }
}

for (int i = 1; i < 64; i++)
    u8g.drawLine(i * 2 - 2, plot[i - 1], i * 2, plot[i]);

break;

case 2:
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        u8g.setColorIndex(1);
        u8g.drawRBox(0, 15 * i, 12, 16, 4);
        u8g.drawRFrame(0, 15 * i, 128, 16, 4);

        if (i != plotPort || (i == plotPort && blink)) {
            u8g.setColorIndex(0);
            u8g.setPrintPos(2, 2 + 15 * i);
            u8g.print(i + 1);
            u8g.setColorIndex(1);
        }
    }
}

```

```

    }

    int mAh = wSec[i] / 13.392;
    float wHour = wSec[i] / 3600;

    if (mAh > 9999)
        mAh = 9999;

    if (wHour >= 99.99)
        wHour = 99.99;

    if (mAh < 10)
        u8g.setPrintPos(38, 2 + 15 * i);
    else if (mAh < 100)
        u8g.setPrintPos(30, 2 + 15 * i);
    else if (mAh < 1000)
        u8g.setPrintPos(22, 2 + 15 * i);
    else
        u8g.setPrintPos(14, 2 + 15 * i);

    u8g.print(mAh);
    u8g.print("mAh");

    u8g.setPrintPos(78, 2 + 15 * i);
    if (wHour < 10)
        u8g.print(wHour, 2);
    else
        u8g.print(wHour, 1);

    u8g.print("wH");

    u8g.drawLine(73, 0, 73, 60);
}

break;

```

```

    }

    } while (u8g.nextPage());
}

void measureUpdate() {
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        curr[i] = max(ina[i].getCurrent(), 0);
        volt[i] = max(ina[i].getVoltage(), 0);
        powr[i] = max(ina[i].getPower(), 0);
    }
}

void measureUpdate(byte port) {
    if (port < 0 || port > 4)
        return;
    curr[port] = max(ina[port].getCurrent(), 0);
    volt[port] = max(ina[port].getVoltage(), 0);
    powr[port] = max(ina[port].getPower(), 0);
}

private:
    char menuPage = 0;
    byte plot[64];
    byte plotPort;
    byte plotParam;
    float curr[4];
    float volt[4];
    float powr[4];
    float wSec[4];
    long long blinktm;
    long long wSectm;
    bool blink;

} prog;

void setup() {
    prog.init();
}

void loop() {
    prog.update();
    prog.draw();
}

```

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В

Блок схема-роботи програмного забезпечення

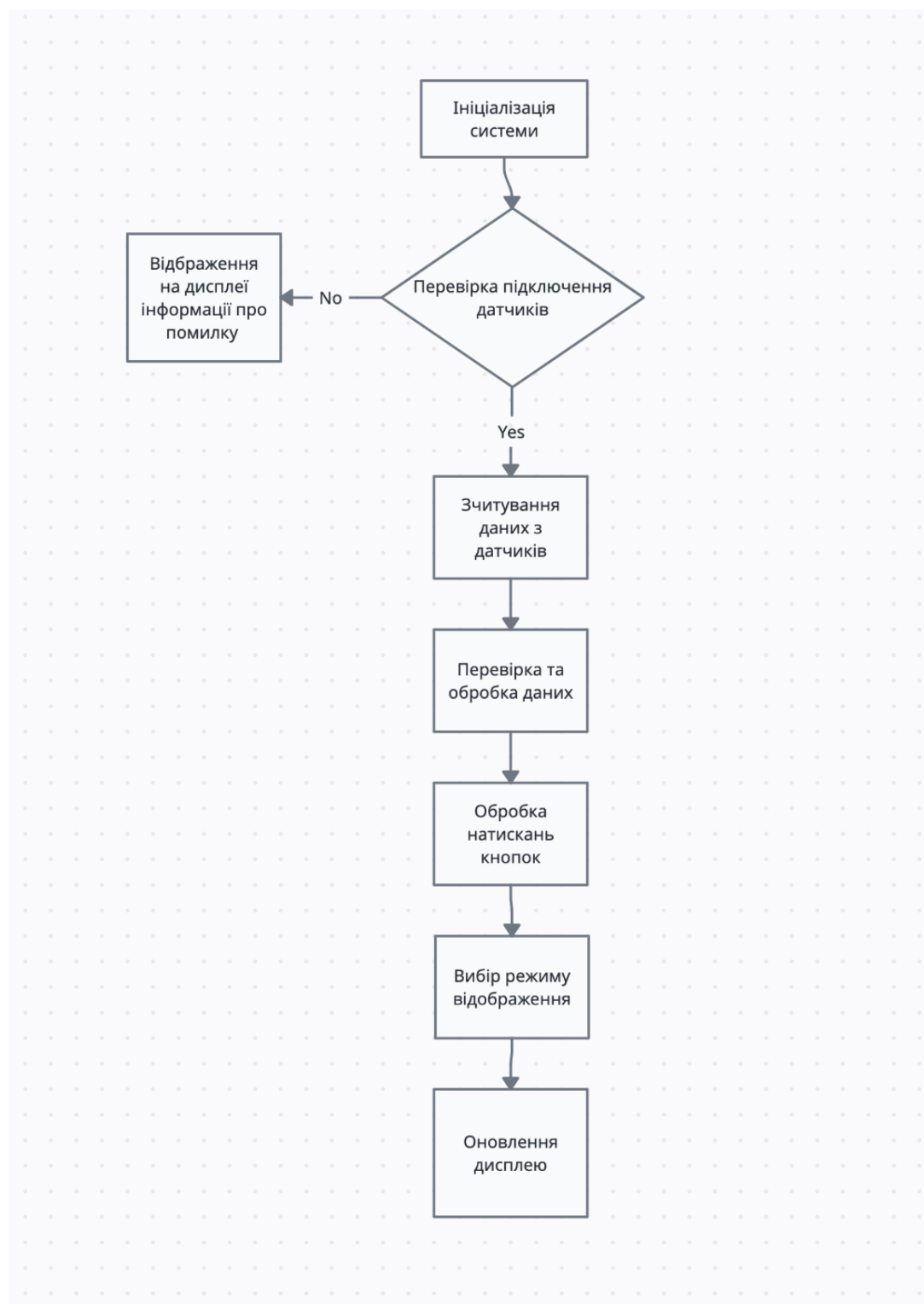


Рисунок В.1— Блок схема-роботи програмного забезпечення

Додаток Г

Схема та розміри плати Arduino Pro Mini

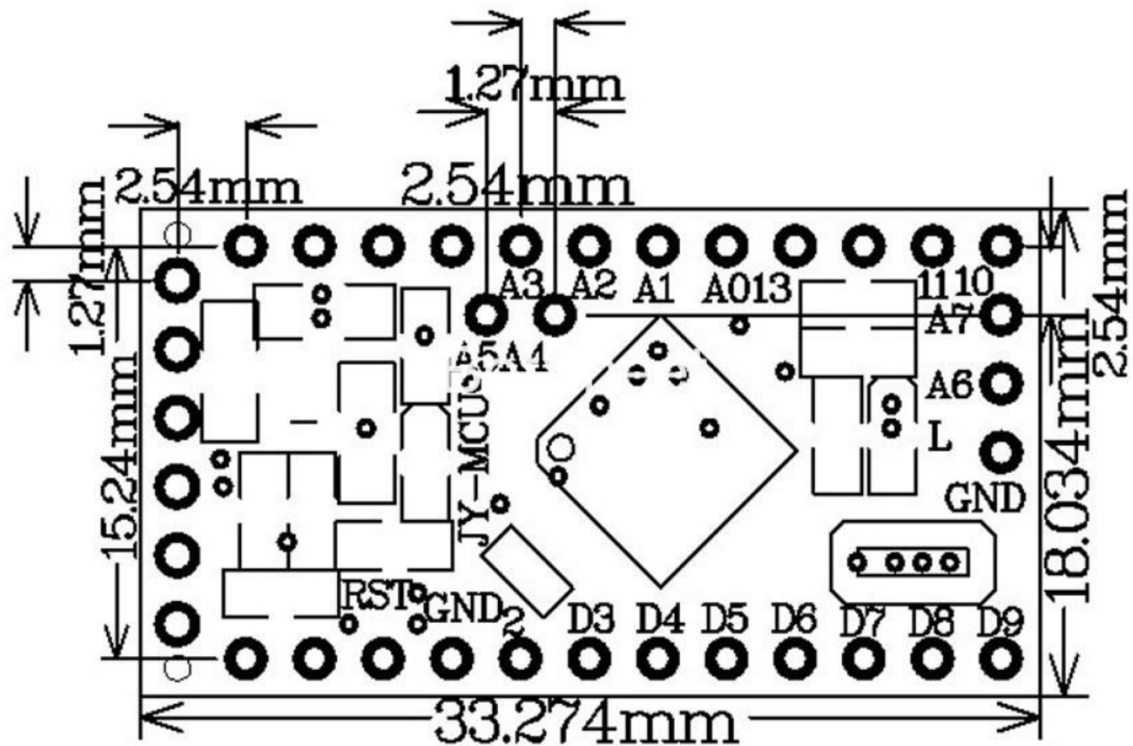


Рисунок Г.1— Розміри плати Arduino Pro Mini

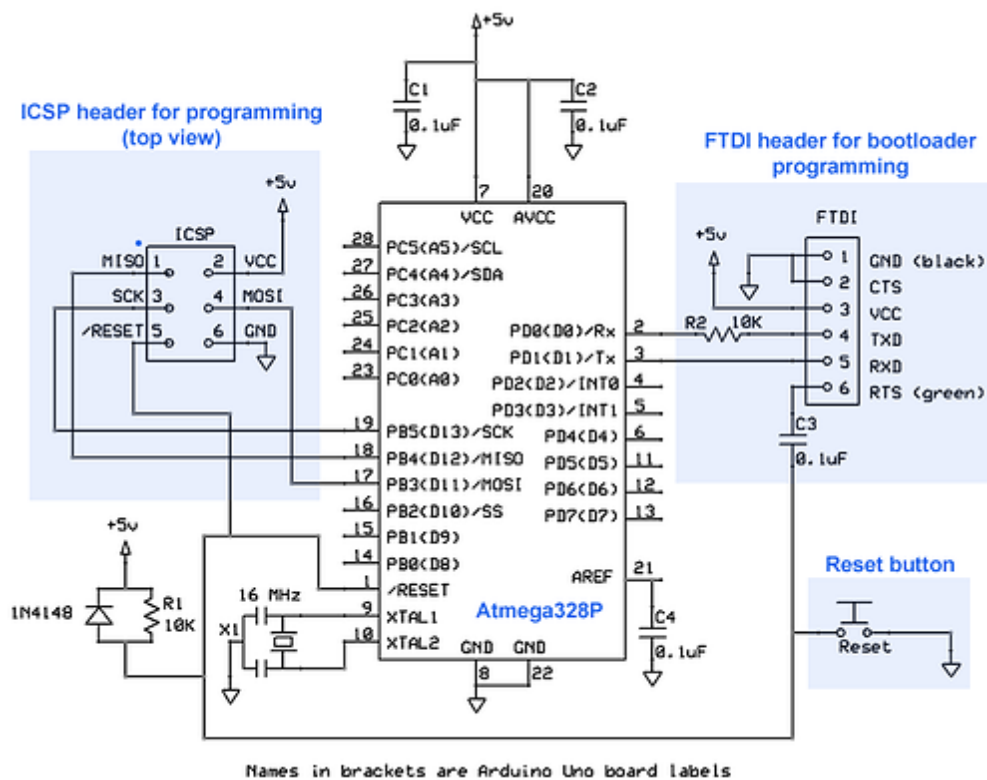


Рисунок Г.2— Схема плати Arduino Pro Mini

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Додаток Д

Вигляд пристрою без корпусу



Рисунок Д.1 — Вигляд пристрою без корпусу спереду

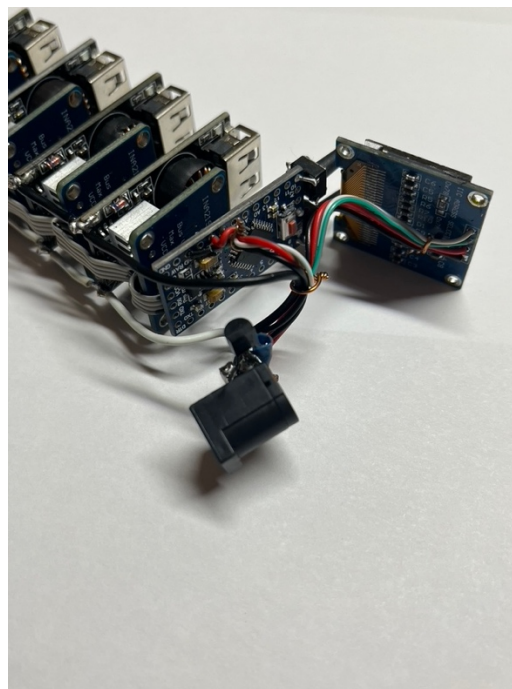


Рисунок Д.2— Вигляд пристрою без корпусу ззаду

Додаток Е

Протокол перевірки кваліфікаційної роботи

Назва роботи: «Зарядна Smart-станція на платформі Arduino»

Тип роботи: бакалаврський дипломний проект

Підрозділ : кафедра обчислювальної техніки, ФІТКІ

Науковий керівник: Муращенко О.Г.

Показники звіту подібності

Оригінальність	99.5%
Схожість	0.5%

Аналіз звіту подібності (відмінити подібне)

■ **Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.**

☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений(-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор _____ Добровольський Д.С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

Ступінь оригінальності роботи відповідає вимогам, що висуваються до МКР.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Муращенко О.Г.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Експерт _____
(за потреби) (підпис) (прізвище, ініціали)

					08-54.БДП.006.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		