

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням  
Назва теми

КвРКІ.190121.19.01.22 ПЗ  
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»

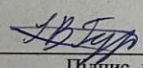
Назва

Виконав: студент IV курсу, група KI2-19-1

  
Підпис

М. М. Копецький  
Ініціали, прізвище

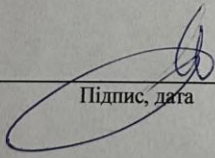
Керівник

  
Підпис, дата

5.06.2023

І. В. Гурман  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С.М. Лисенко  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри комп'ютерної  
інженерії та інформаційних  
систем

  
Підпис

Т.О. Говорущенко  
Ініціали, прізвище

« 7 » червня 2023 р.

Хмельницький 2023

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 11 ” 01 2023 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Копецькому Михайлу Михайловичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням

Керівник проекту (роботи) Гурман І. В., к.т.н., доцент.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 01.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Технологічний аналіз зарядних пристроїв та акумуляторів

Модельвання та проектування зарядного пристрою

Програмно-апаратна реалізація та тестування зарядного пристрою

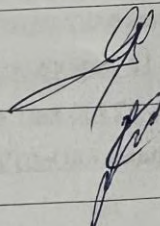
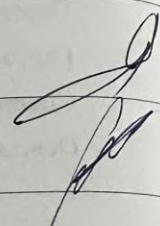
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Електрична принципова схемм

Електрична структура зарядного пристрою

Електрична функціональна схема

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

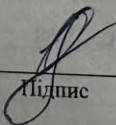
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 01 » 03 2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

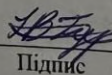
№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2023	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – технологічний аналіз зарядних пристроїв та акумуляторів	01.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – проектування зарядного пристрою	01.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація та тестування зарядного пристрою	30.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	20.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	25.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент

  
Підпис

М. М. Копецький  
Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

І. В. Гурман  
Ініціали, прізвище



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням».

Автор роботи: Копецький Михайло Михайлович.

Керівник роботи: Гурман Іван Васильович.

Пояснювальна записка: 59 с., 20 рис., 4 дод., 62 джерела.

Графічна частина: 3 креслення.

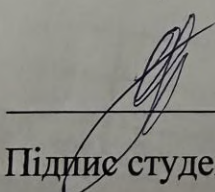
ПРИСТРІЙ, ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ, МІКРОКОНТРОЛЕР,  
УНІВЕРСАЛЬНИЙ, ГРАФ-СХЕМА ПЕРЕХОДІВ.

Метою кваліфікаційної роботи є забезпечення універсальності режимів заряду, відновлення та регенерації популярних типів акумуляторів за допомогою реалізації універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням.

Об'єктом дослідження є зарядний пристрій з мікроконтролерном.

Предметом дослідження є формалізований опис та схеми зарядного пристрою з мікроконтролером.





Практичне значення має змодельований, спроектований та реалізований зарядний пристрій з мікроконтролером, який використовується для зарядки, підтримки заряду та відновлення акумуляторів різних типів.

  
Підпис студента

05.06.2023  
Дата

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	3
ВСТУП.....	4
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАРЯДНИХ ПРИСТРОЇВ ТА АКУМУЛЯТОРІВ.....	8
1.1 Загальні відомості про акумулятори.....	8
1.2 Принцип дії свинцево-кислотного акумулятора та його аналоги.....	12
1.3 Типи зарядних пристроїв та стандарти заряджання.....	15
1.4 Висновки до розділу.....	22
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ.....	23
2.1 Основні компоненти зарядного пристрою.....	23
2.2 Принцип роботи зарядного пристрою.....	27
2.3 Альфа модель зарядного пристрою.....	34
2.4 Висновки до розділу.....	42
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ.....	44
3.1 Програмна реалізація зарядного пристрою.....	44
3.2 Апаратна реалізація beta версії пристрою.....	52
3.3 Створення електричної схеми.....	57
3.4 Висновки до розділу.....	62
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	64
ДОДАТОК А КОПІЯ КРЕСЛЕННЯ «ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА СХЕМА».....	69
ДОДАТОК Б КОПІЯ КРЕСЛЕННЯ «ЕЛЕКТРИЧНА СТРУКТУРА ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ».....	70
ДОДАТОК В КОПІЯ КРЕСЛЕННЯ «ЕЛЕКТРИЧНА ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА».....	71
ДОДАТОК Г ЛІСТИГН ПРОГРАМНОЇ.....	72

КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ									
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням	Літера	Аркш	Аркшів	
		Копецький М.М.		3.06		у			59
		Гурман І.В.		5.06					
		Лисенко С.М.							
		Говорущенко Т.О.		07.06					
ХНУ КІ2-19-1									

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ЕРС – електродна реакційна спанія батареї

АКБ – акумуляторна батарея

МК – мікроконтролер

ГСА – граф-схема алгоритму

АМГ – Absorbent Glass Mat (технологія)

ЕФВ – Enhanced Flooded Battery (покращена батарея)

РОВА – потужність

ГІК – Графічний інтерфейс користувача

РСВ – Printed Circuit Board

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

## ВСТУП

Тема дослідження: універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням.

Актуальність. Універсальні зарядні пристрої з мікроконтролерним керуванням є досить актуальними в сучасному світі. Зростаюча кількість електронних пристроїв, таких як смартфони, планшети, ноутбуки, гаджети та інші пристрої, створює потребу в універсальних зарядних пристроях, які можуть підтримувати різні типи і моделі пристроїв.

Основні переваги універсальних зарядних пристроїв з мікроконтролерним керуванням включають:

1. Сумісність з різними типами пристроїв: універсальні зарядні пристрої можуть бути налаштовані для зарядки різних типів акумуляторів, таких як літій-іонні, нікель-метал-гідридні, літій-полімерні тощо. Це дозволяє заряджати широкий спектр пристроїв, необхідних для повсякденного використання.

2. Мікроконтролерне керування: мікроконтролери в зарядних пристроях дозволяють контролювати процес зарядки і оптимізувати його для кожного конкретного пристрою. Вони можуть визначати оптимальні параметри зарядки, такі як напруга, струм і час зарядки, щоб забезпечити безпеку та максимальну ефективність зарядки пристрою.

3. Захист від перенапруги та перезарядки: мікроконтролери можуть контролювати рівень напруги та струму, що вводиться в пристрій, щоб запобігти перенапрузці або перезарядці акумулятора. Це допомагає зберегти тривалість життя батареї і уникнути можливих пошкоджень акумулятора.

4. Зарядка на основі інтелектуального аналізу: Мікроконтролери можуть аналізувати стан акумулятора під час зарядки і враховувати його потреби. Наприклад, вони можуть визначати, коли акумулятор досягнув повної зарядки і автоматично переключатись у режим підтримки заряду, щоб уникнути перезарядки або підзарядки, які можуть негативно вплинути на тривалість життя акумулятора.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Безпека: мікроконтролерне керування дозволяє вбудовувати різні захисні механізми, які забезпечують безпеку під час зарядки. Наприклад, вони можуть контролювати температуру акумулятора і при необхідності знижувати струм зарядки для уникнення перегріву. Вони також можуть виявляти несправності акумулятора, такі як коротке замикання або нестабільний струм, і припиняти зарядку для запобігання пошкодженням або аваріям.

Отже, універсальні зарядні пристрої з мікроконтролерним керуванням стають все більш популярними, оскільки вони надають зручність, безпеку і ефективність зарядки різних типів електронних пристроїв. З їх допомогою користувачі можуть заряджати свої пристрої без необхідності використовувати різні зарядні пристрої для кожного пристрою окремо.

Мета дослідження – забезпечення універсальності режимів заряду, відновлення та регенерації популярних типів акумуляторів за допомогою реалізації універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням.

Завдання дослідження:

1) аналіз літератури та наявних рішень Провести огляд наукових матеріалів, патентів, технічної документації та наявних рішень у галузі заряджання пристроїв із мікроконтролерним керуванням. Це дасть змогу отримати уявлення про поточний стан досліджень і виявити прогалини, які можна використати для подальших розробок;

2) проєктування апаратного забезпечення: визначити апаратне забезпечення, необхідне для зарядного пристрою, включно з джерелом живлення, інтерфейсами зв'язку, схемами заряджання і захисту від перевантаження. Проєктування схем і друкованих плат з урахуванням ефективності, надійності та ергономічності;

3) програмування мікроконтролера: розробка програмного забезпечення мікроконтролера для реалізації функцій, необхідних для ефективного заряджання, як-от управління зарядом, оптимальне регулювання струму і напруги та координація із зарядним обладнанням;

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) перевірка і тестування Проведення експериментів і випробувань для перевірки функціональності, ефективності та безпеки розроблених зарядних пристроїв. Сюди входять випробування заряджання на різних пристроях, вимірювання параметрів заряджання та оцінка стабільності й надійності

5) аналіз результатів і висновок: опрацювання даних, оцінка та аналіз результатів випробувань. Наприкінці дослідження результати аналізуються і порівнюються з вимогами та цілями дослідження. З урахуванням результатів експериментів і випробувань оцінюється функціональність, ефективність і безпека розробленого універсального зарядного пристрою з мікроконтролером.

Об'єкт дослідження – універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням.

Предмет дослідження – технологія розробки та функціонування універсального зарядного пристрою з використанням мікроконтролерного керування.

Методи дослідження:

1. Аналіз літератури: цей метод дає змогу зібрати необхідну теоретичну базу і дає уявлення про стан досліджень у цій галузі.

2. Експериментальні дослідження: дає змогу зібрати дані про параметри заряджання, ефективність заряджання, стабільність і безпеку пристроїв.

3. Програмування та моделювання: використання спеціалізованих програмних інструментів і мов програмування для реалізації функцій зарядного пристрою.

4. Тестування та аналіз даних: вимірювання, тестування та оцінка результатів заряджання на різних пристроях.

5. Інженерні розрахунки та проектування: виконання розрахунків і проектування.

Наукова новизна дослідження наукова новизна дослідження полягає в розробці та реалізації універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням. Основні аспекти наукової новизни включають:

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розроблення нових алгоритмів керування: алгоритм оптимізує такі параметри, як швидкість заряджання, розподіл потужності та контроль температури для забезпечення найбільш ефективного та безпечного заряджання.

Універсальність: новизна полягає в розробці універсального зарядного пристрою, який забезпечить сумісність з різними типами пристроїв і роз'ємів. Це охоплює інтеграцію різних стандартів заряджання та розроблення адаптерів і універсальних інтерфейсів, які дають змогу заряджати різні пристрої від одного й того самого пристрою.

Забезпечення безпеки: наукова новизна полягає в розробці та впровадженні нових методів і технологій для забезпечення безпеки під час заряджання. Це охоплює інтелектуальне керування струмом і напругою, захист від потенційних проблем, як-от перегрів і коротке замикання.

Оптимізація енергоефективності: наукова новизна полягає в розробці методів і стратегій оптимізації енергоефективності зарядних пристроїв. Це включає в себе інтелектуальне управління енергоспоживанням, використання енергоефективних компонентів і розробку алгоритмів для мінімізації втрат енергії під час зарядки.

Теоретичне значення дослідження Дослідження "Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням" є теоретично важливим у таких аспектах

1. Розширення знань про заряджання акумуляторів.
2. Розробити нові методи управління.
3. Підвищення безпеки заряджання.
4. Забезпечити універсальність.

Структура роботи охоплює створення трьох логічних розділів, які допомагають сформулювати загальну концепцію універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням.

# 1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАРЯДНИХ ПРИСТРОЇВ ТА АКУМУЛЯТОРІВ

## 1.1 Загальні відомості про акумулятори

Слово акумулятор із латинської – “збирач” – пристрій, який за допомогою хімічних внутрішніх процесів накопичує (акумулює) енергію. Це значення і описує його основні властивості, адже це пристрій який запасує у собі енергію, щоб у подальшому її використати в певних цілях.

Так як запальничка була винайдена швидше ніж сірники, так і Акумуляторна батарея була створена до появи електромереж та генераторів ще наприкінці дев'ятнадцятого століття. Саме дослідження, експерименти і розвиток створення батареї сприяв у великих досягненнях у електричних галузях, та сприяє створенню телефонів, портативних електричних приладів, автомобілів та майже усіх інших пристроїв.

Поява батареї зрушила світ технологічної інженерії вперед. Перший, хто проводив дослід після відкриття, був італійський вчений Вольт. Його дослідження показало можливість накопичення електроенергії.

Французький вчений Готро у 1801 році провів своє дослідження, у якому за допомогою платинових електродів направляв струм через воду. В ході якого з'ясував, що струм, який переривається водою, може з'єднувати електроди та отримувати короточасні електричні імпульси.

Вчений Ріттер провів подібний експеримент, але він змінив платинові електроди на кольорові металеві електроди. Він отримав першу акумуляторну батарею, інакше кажучи, батарею, яка може випромінювати накопичену в ній електричну енергію.

Слідом за Ріттером такий експеримент зміг провести німецький військовий лікар Вільям Сімстеден. Він використовував свинцеві електроди та експериментував з ними в сірчаній кислоті.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коли через них проходив електричний струм, Сінстеден сказав, що цей потік буде живитися аж поки він повністю не розкладеться в тій самій кількості свинцю.

На даному етапі вчені досліджували явище за допомогою різних методів, але не зробили реальних висновків. Але батареї, створені вченими, були дуже прості порівняно з багатоманітним світом можливостей, який пропонував людський Всесвіт. Вольт, Маріані та Беклер - перші вчені, які намагалися розробити теорію про те, що робота батареї залежить від розкладання сольових розчинів на кислоту або основу з використанням електричного струму, який об'єднується для створення нового струму. Однак ця «теорія» була спростована дослідями в 1926 році Де Раріво, який одним із перших почав використовувати підкислену воду в дослідженнях.

Підкислена вода розщеплюється на два елементи, і сам елемент, і сам елемент, обумовлений цим впливом для подальшої дії. Гроув чудово продемонстрував це твердження, коли створив свій знаменитий газовий акумулятор: конструкція цього крана занурена в кислу воду пластини та оточена воднем і киснем з протилежних сторін. Але зберігання великої кількості енергії вимагає багато ресурсів і займає багато місця. Серйозну модернізацію провів Гастон Планте, німецький дослідник, який під час масштабних експериментів відкрив особливий тип акумулятора, що складається з великих свинцевих пластин, які виділяють кисень і рідину, під час заряджання покритий окисом свинцю і наелектризований. Планте узяв дві смужки свинцю, поклав між ними смужку тканини й обмотав їх навколо круглої палиці. Отриманий пучок перетягнув гумовим кільцем і помістив в ємність з підкисленою водою. Під час повторюваної зарядки та розрядки батареї, на поверхні пластин утворюється активний шар, який безпосередньо бере участь у процесі та забезпечує велику ємність батареї. Однак широке використання великої кількості ресурсів призвело для створення батареї Планте збільшидо витрати на її розробку, тому ціна зросла значною мірою. Каміль Форе вніс подальші вдосконалення в батарею, надавши їй сучасного вигляду, і вона була використана в 1880 році.

					КвРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це ґратчасті свинцеві пластини, оболонки яких заповнені спеціальним матеріалом. Це вдосконалення зменшило витрати та використання ресурсів до бюджетних рівнів і, зрештою, було коротким процесом

Наступні вдосконалення є досить інноваційними, але вони слідували формі ґратчастих пластин без принципової зміни структури батареї. Паралельно розроблялися й інші типи акумуляторів, наприклад, батерея Лаланда. Коли струм змінювався через елемент Лалана, відновлена мідь ставала оксидом міді, рідина відновлювала свої властивості, а цинк осідав на цинковому електроді у розсіпчастій або порошкоподібній формі. Останній випадок виключає використання елементів Лаланда в якості батарей, оскільки цинк, що осідає на електродах, не може надійно утримуватися, легко відривається від нього і не створюється не надійний контакт. Хорошою перевагою цього елемента в порівнянні зі свинцево-кислотними акумуляторами є його мала вага на одиницю ємності. На розвиток цієї батареї докладали зусиль багато науковців та дослідників, включаючи Реньє, Сомеліна, Даріуса та інших.

Акумулято - це штучне джерело струму, що складається з позитивних і негативних електродів, і електродів, роль яких є основою електрохімічної системи. Розрізняють лужні акумулятори та свинцево-кислотні акумулятори. Лужні акумулятори- це пристрої, які використовують лужний розчин як електроліт. За складом лужних речовин його можна розділити на такі різновиди:

- нікель-кадмієві;
- нікель-залізні;
- літій-іоний;
- літій-полімерні;
- свинцево-кислотні;
- інші.

В літій-іонних акумуляторах вуглецевий матеріал використовується як негативний електрод. Ці акумулятори відрізняються великою ємністю, довгим терміном служби та здатністю працювати при низьких температурах. Завдяки

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високій енергоємності, їх виробництво останніми роками значно збільшилося. Вони можуть мати циліндричну або призматичну форму. Ці акумулятори широко застосовуються в ноутбуках, смартфонах та інших портативних пристроях. Рисунок 1.1 ілюструє літій-іонні акумулятори.



Рисунок 1.1 – Літій-іонні акумулятори

Анод у літій-полімерному акумуляторі є вуглецевим матеріалом. Літій-іонні споживають менше енергії і є безпечнішими. Літій-полімерні акумулятори знаходять застосування у живленні портативних пристроїв.

Літій-полімерні акумулятори продемонстровані на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Літій-полімерні акумулятори

Речовинами, що використовують в свинцевих акумуляторах, є свинцевий діоксид та свинець. Батареї використовуються в енергетиці, станціях зв'язку автомобілях, та як аварійне джерело енергії. Свинцево-кислотні акумулятори продемонстровано на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Свинцево-кислотні акумулятори

## 1.2 Принцип дії свинцево-кислотного акумулятора та його аналоги

Свинцево-кислотний акумулятор працює на основі електрохімічних реакцій між свинцем і діоксидом свинцю, що розчинені в сірчаній кислоті. Схема його роботи зображена на рисунку 1.4. При приєднанні зовнішнього навантаження до акумулятора відбувається електрохімічна реакція між металевим свинцем, діоксидом свинцю та сірчаною кислотою, в результаті якої свинець перетворюється на сульфат свинцю.

Крім того, виробник використовує спеціальний конверт з мікрОВОлокна для кожної пластини та заповнює його рідким електролітом на основі сірчаної кислоти.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

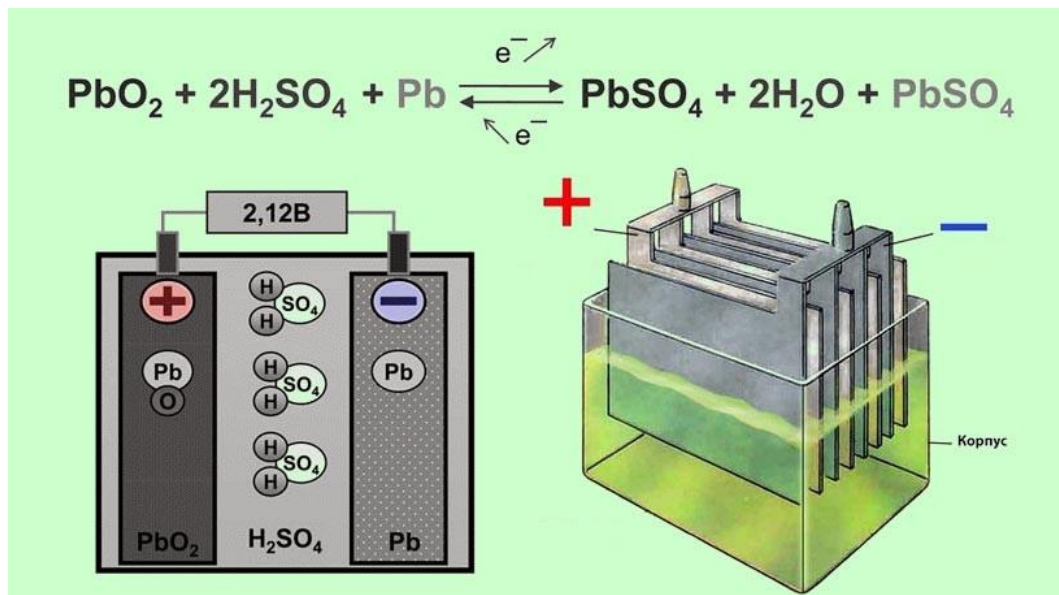


Рисунок 1.4 – Принцип роботи свинцево-кислотного акумулятора

Оксид свинцю відновлюється під час розряду. При заряджанні батареї реакції протікають у зворотньому порядку.

Коли акумулятор заряджається і закінчується сульфат свинцю починається електроліз води.

Під час розрядження акумулятора відбувається реакція, внаслідок якої вода виділяється, а на пластинах утворюється сульфат свинцю. В результаті розведення концентрація сірчаної кислоти зменшується, напруга на клеммах вслід за нею. У зв'язку з низькою провідністю сульфату свинцю, опір внутрішньої частини батареї зростає.

АМГ акумулятора – новий, покращений свинцевий акумулятор який вирішує деякі проблеми свого попередника мінімізуючи їх.

Решітка батареї свинцево-кислотного акумулятора складається з негативних та позитивних пластин, які сформовані на решітці, виготовленій зі свинцево-сурм'яного сплаву. Додавання сурми до сплаву (приблизно 5%) має кілька позитивних ефектів на властивості решітки.

В першу чергу, наявність сурми підвищує корозійну стійкість сітки, тобто зменшує ймовірність її пошкодження від дії корозійних процесів. Крім того, сурма підвищує твердість матеріалу решітки, що допомагає запобігти деформації під час

експлуатації. Також, покращена плинність сплаву сприяє більш рівномірному та якісному литтю решітки.

Проте, під час роботи батареї виникає проблема переміщення матеріалу з позитивних пластин на негативні. Це призводить до переходу частини сіток позитивних пластин на активну поверхню негативних пластин та проникнення електроліту між ними. Це явище впливає на збільшення потенціалу негативної пластини та зменшення електродної реакційної спанії (ЕРС) батареї.

З протилежного боку, зменшення ЕРС акумулятора при постійному навантаженні від генератора призводить до збільшення зарядного струму, збільшення виділення газів та підвищення споживання води батареєю. Це може впливати на ефективність роботи батареї та тривалість її служби.

Загалом, наявність сурми в свинцево-кислотних акумуляторах має як позитивний, так і негативний вплив на їхню роботу. Детальне дослідження та оптимізація параметрів конструкції батареї може допомогти збалансувати ці ефекти та покращити її продуктивність та тривалість роботи.

На рисунку 1.5 представлені EFB або батареї з покращеним затопленим типом, які містять рідкий електроліт. Основна особливість цих батарей відбувається в конструкції свинцевих пластин. Вони мають майже вдвічі більшу товщину, що сприяє підвищенню ємності та скороченню часу зарядки..



Рисунок 1.5 – EFB акумулятор

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ця захисна міра надійно захищає поверхню пластини від сульфатації та запобігає виникненню струмів короткого замикання при осипанні. Практично це забезпечує більш тривалий термін служби акумулятора.

Крім цього, існує кілька інших особливостей, які підтверджують ефективність використання EFB-акумуляторів:

1) підвищена стійкість до глибоких розрядів струму, що дозволяє акумулятору відновлювати ємність до 100% після глибокого розряду, тоді як стандартний акумулятор втрачає частину свого ресурсу;

2) здатність працювати в широкому температурному діапазоні, від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ ;

3) покращені показники пускового струму, збільшені на 30%;

4) мінімізована випаровування рідкого електроліту, зробивши використання EFB безпечним для довкілля та людей;

5) подвійне збільшення кількості циклів зарядки та розрядки, при цьому не впливаючи на функціональність акумулятора.

### 1.3 Типи зарядних пристроїв та стандарти заряджання

Сьогодні існує безліч різних типів зарядних пристроїв, які використовуються для заряджання широкого спектра пристроїв, включно з мобільними телефонами, ноутбуками та в інших галузях. Найпоширенішими є такі типи зарядних пристроїв:

1) USB-зарядні пристрої широко популярні; USB-зарядні пристрої забезпечують зручний і універсальний спосіб заряджання різних пристроїв із підтримкою USB, включно зі смартфонами, планшетами, MP3-плеєрами та фотоапаратами. Основні характеристики зарядних пристроїв USB включають:

– потужність: потужність визначається у ватах (Вт) і вказує на максимальну потужність, яку може забезпечити зарядний пристрій. Як правило, зарядні пристрої мають потужність від 5 Вт до понад 100 Вт, залежно від типу і призначення зарядного пристрою.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– напруга: зарядні пристрої зазвичай працюють при напрузі 5 вольт (В), що є стандартом для передачі даних і заряджання через USB; деякі пристрої можуть підтримувати швидке заряджання при напрузі 9 В або 12 В;

– струм зарядки: струм зарядки визначає максимальний струм, який зарядний пристрій може забезпечити для зарядки підключеного пристрою. Зазвичай він виражається в міліамперах (мА) або амперах (А). Типові значення зарядного струму варіюються від 500 мА до 2,4 А і більше;

– кількість портів: зарядні пристрої можуть мати один або кілька портів USB для під'єднання пристроїв. Кількість портів залежить від моделі та призначення зарядного пристрою. Наявність декількох портів дає змогу заряджати кілька пристроїв одночасно;

– підтримка швидкого заряджання Деякі зарядні пристрої USB підтримують функцію швидкого заряджання, що дає змогу швидко заряджати сумісні пристрої. Це досягається завдяки підтримці різних протоколів швидкого заряджання, як-от Qualcomm Quick Charge, USB Power Delivery (USB PD), VOOC і Dash Charge. Швидка зарядка дає змогу значно скоротити час заряджання пристрою;

– компактність і портативність: зарядні пристрої USB зазвичай мають компактний дизайн, що робить їх зручними для перенесення і використання на ходу. Це дає змогу легко заряджати пристрої навіть там, де немає розетки;

– безпека і надійність: багато зарядних пристроїв USB мають вбудовані механізми захисту від перевантаження, короткого замикання і перегріву. Це забезпечує безпеку під час заряджання і захищає під'єднані пристрої від можливого пошкодження;

2) бездротові зарядні пристрої останніми роками стають дедалі популярнішими серед користувачів. Вони можуть зручно і без дротів заряджати широкий спектр пристроїв, сумісних із технологією бездротового заряджання, як-от смартфони, годинники та навушники. Основні характеристики бездротових зарядних пристроїв такі:

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– технологія заряджання: бездротові зарядні пристрої використовують різні технології заряджання, включно з Qi (найпоширеніша стандартна технологія), Powermat і PMA (Power Matters Alliance). Важливо переконатися, що ваш пристрій підтримує ту саму технологію заряджання, що й бездротовий зарядний пристрій;

– вихідна потужність: визначає максимальну потужність, яку може забезпечити бездротовий зарядний пристрій. Зазвичай вона вимірюється у ватах (Вт). Вихідна потужність може варіюватися від 5 Вт до 15 Вт і більше, залежно від моделі та підтримки швидкого заряджання;

– кількість пристроїв: бездротові зарядні пристрої підтримують одночасне заряджання одного або декількох пристроїв. Вони також мають одну або кілька зарядних зон, де можна розмістити пристрої для заряджання. Кількість пристроїв, які можна заряджати одночасно, залежить від моделі зарядного пристрою;

– дизайн і розмір: Бездротові зарядні пристрої бувають різних конструкцій і розмірів. Одні призначені для заряджання пристроїв на плоскій поверхні, інші мають форму підставки або підставки. Розміри бездротових зарядних пристроїв варіюються від компактних портативних моделей до більших пристроїв для офісного або домашнього використання;

– сумісність: важливо враховувати сумісність бездротового зарядного пристрою з вашим пристроєм. Більшість бездротових зарядних пристроїв підтримують стандартну технологію Qi і сумісні з багатьма пристроями, що підтримують цей стандарт. Однак слід переконатися, що ваш пристрій має вбудовану підтримку бездротового заряджання;

– швидкість заряджання: деякі бездротові зарядні пристрої підтримують функцію швидкого заряджання, яка дає змогу заряджати пристрої швидше, ніж стандартне бездротове заряджання. На швидкість заряджання може впливати потужність пристрою та його підтримка стандартів швидкого заряджання, як-от Qi 2.0 і Qi 3.0.

1. Крім універсальних USB і бездротових зарядних пристроїв, існують також спеціалізовані зарядні пристрої, які призначені для конкретних типів

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристроїв або мають додаткові функції. Такі пристрої призначені для задоволення конкретних вимог і потреб користувача. Основними типами спеціалізованих зарядних пристроїв є:

– автомобільні зарядні пристрої: автомобільні зарядні пристрої: це пристрої, що використовуються для заряджання пристроїв в автомобілі. Вони підключаються до гнізда прикурювача автомобіля і заряджають під'єднані пристрої на ходу;

– зарядні пристрої для ноутбуків: пристрої, спеціально розроблені для заряджання ноутбуків і мобільних пристроїв. Вони зазвичай мають високу потужність і підтримують різні типи роз'ємів для підключення різних моделей ноутбуків;

– зарядні пристрої для фотоапаратів і відеокамер: ці пристрої призначені для заряджання акумуляторів фотоапаратів і відеокамер. Вони можуть мати спеціальні роз'єми або адаптери, які підходять для конкретних моделей фотоапаратів;

– зарядні пристрої для електромобілів: ці пристрої використовуються для заряджання батарей електромобілів. Вони зазвичай мають високу потужність і сумісні зі спеціальними роз'ємами та стандартами зарядки електромобілів, такими як комбінована система зарядки (CCS) і CHAdeMO. Вони забезпечують швидке заряджання та ефективну подачу енергії для електромобілів;

– зарядні пристрої для велосипедів: ці пристрої використовуються для зарядки батарей велосипедів з електричним приводом. Для різних типів велосипедів і батарей можуть бути передбачені спеціальні роз'єми та адаптери;

– сонячний зарядний пристрій: пристрій, що використовує сонячну енергію для заряджання акумулятора. Вони оснащені сонячними панелями і перетворюють сонячне світло в електричну енергію для зарядки акумулятора. Зручні для використання в місцях, де немає електрики, наприклад, у походах або кемпінгах;

– зарядні пристрої з роз'ємами для конкретних пристроїв Деякі зарядні пристрої оснащені роз'ємами або адаптерами для конкретних пристроїв. Як

приклад можна навести зарядні пристрої для продукції Apple з роз'ємами Lightning і зарядні пристрої для пристроїв з роз'ємами Micro-USB.

Серед стандартів виділяють наступні:

1) USB Power Delivery (USB PD) – це протокол швидкого заряджання, призначений для передавання високої потужності кабелями USB. Він забезпечує більш швидке та ефективне заряджання порівняно зі стандартними інтерфейсами USB.

Основними особливостями USB PD є:

– висока вихідна потужність: USB PD може передавати набагато більше енергії, ніж стандартний USB; він підтримує діапазон рівнів потужності від 5 Вт до понад 100 Вт. Це дає змогу швидко заряджати великі пристрої, як-от ноутбуки, планшети та навушники;

– двонаправлена передача енергії USB PD дає змогу обмінюватися енергією між двома пристроями. Наприклад, ноутбук, оснащений USB PD, можна використовувати як джерело живлення для заряджання таких пристроїв, як смартфони, і навпаки. Це корисно, коли пристрої необхідно заряджати одночасно або коли вони використовуються в режимі заряджання та розряджання;

– автоматичне керування потужністю: USB PD використовує протокол переговорів, який дає змогу пристроям автоматично встановлювати оптимальну потужність заряджання. Пристрої можуть заряджатися швидко та безпечно, не пошкоджуючи акумулятор, завдяки обміну інформацією про їхні відповідні вимоги до потужності та заряджання;

– підтримка різних типів роз'ємів USB PD підтримує різні типи роз'ємів, включно з USB-C і Micro USB. Однак найпоширенішим і найбільш підтримуваним роз'ємом для USB PD є USB-C, який забезпечує швидке живлення і передачу даних;

– захист від неправильного кріплення Технологія MagSafe має вбудовані функції безпеки для запобігання неправильного кріплення пристрою;

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– можливість швидкого заряджання: завдяки високій потужності USB PD може забезпечити швидке заряджання пристроїв. Особливо для пристроїв, що підтримують цей протокол, USB PD може значно скоротити час заряджання;

– універсальність: USB PD - це універсальний стандарт, підтримуваний багатьма виробниками пристроїв. Це означає, що один зарядний пристрій USB PD може заряджати різні пристрої, забезпечуючи зручність і сумісність між пристроями;

Загалом, USB Power Delivery - це потужний інструмент для швидкого та ефективного заряджання широкого спектра пристроїв. Він забезпечує високу вихідну потужність, двоспрямовану передачу енергії, автоматичний контроль потужності та сумісність із різними роз'ємами.

2) Qualcomm Quick Charge - це один із провідних стандартів швидкого заряджання для пристроїв із чипсетами Qualcomm. Він розроблений для забезпечення швидкого та ефективного заряджання таких пристроїв, як смартфони та планшети.

Ключові особливості технології Qualcomm Quick Charge включають:

– вища швидкість заряджання: Qualcomm Quick Charge дає змогу заряджати пристрої значно швидше, ніж стандартні методи заряджання. Використовуючи вищі рівні напруги та струму, технологія дає змогу передавати більше енергії на пристрій, скорочуючи час заряджання;

– сумісність із чипсетами Qualcomm: Qualcomm Quick Charge найкраще працює з пристроями, що використовують чипсет Qualcomm Snapdragon. Це означає, що пристрої, які використовують процесори Snapdragon, можуть скористатися перевагами Qualcomm Quick Charge;

– адаптивна зарядка: технологія Qualcomm Quick Charge здатна розпізнавати й адаптуватися до специфічних вимог пристрою до зарядки. Вона оптимізує потужність заряджання в режимі реального часу, щоб забезпечити найшвидше та найефективніше заряджання для кожного пристрою;

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– зворотна сумісність: технологія Qualcomm Quick Charge зворотно сумісна з попередніми версіями стандарту. Це означає, що зарядні пристрої та пристрої, що підтримують Quick Charge 4.0, можуть заряджати пристрої, що підтримують Quick Charge 3.0, 2.0 і навіть більш ранні версії. Однак швидкість заряджання може відрізнятись залежно від версії Quick Charge, підтримуваної пристроєм;

– захист від перегріву: Qualcomm Quick Charge включає механізм захисту від перегріву. Він контролює температуру пристрою під час швидкого заряджання, щоб уникнути перегрівання. Якщо пристрій нагрівається до небезпечного рівня, технологія автоматично знижує швидкість заряджання для забезпечення безпеки;

– ефективність заряджання: Qualcomm Quick Charge використовує інтелектуальні алгоритми для максимізації ефективності заряджання. Вона мінімізує втрати енергії та оптимізує процес заряджання, що дає змогу швидко й економічно заряджати пристрої;

– гарантія якості: Qualcomm Quick Charge - це сертифікований і протестований стандарт Qualcomm. Це означає, що пристрої, які підтримують Quick Charge, відповідають високим стандартам якості та безпеки, забезпечуючи надійну та безпечну зарядку.

Слід зазначити, що технологія Qualcomm Quick Charge вимагає наявності сумісного зарядного пристрою та пристрою, що підтримує цю технологію.

3) Apple MagSafe - це технологія бездротової зарядки та кріплення, розроблена компанією Apple для своїх пристроїв. Вона використовує магнітне з'єднання для надійного кріплення та заряджання таких пристроїв, як iPhone, AirPods і MacBook.

Ключові особливості технології Apple MagSafe включають:

– магнітне кріплення: магніти вбудовані в задню частину пристрою і зарядну панель для забезпечення точного з'єднання один з одним. Це забезпечує надійне і стабільне кріплення між зарядним пристроєм і пристроєм Apple. 2;

– можливість бездротового заряджання: технологія MagSafe використовує індуктивне бездротове заряджання для передавання енергії від зарядного пристрою

до пристрою Apple. Вона підтримує високу потужність зарядки та заряджає пристрої швидко й ефективно;

– сумісність із додатковими аксесуарами Apple також пропонує низку аксесуарів MagSafe, як-от чохла, гарнітури та автомобільні тримачі, які можна легко прикріпити й заряджати за допомогою магнітів;

– магнітна індикація і функціональність MagSafe використовує магніти для визначення різних дій і взаємодій з пристроєм. Наприклад, під час під'єднання зарядного пристрою MagSafe пристрій Apple автоматично розпізнає його і Магніт також можна використовувати для увімкнення спеціальних функцій, наприклад, активації режиму фокусування камери при приєднаному об'єктиві;

4) USB Type-C Power Delivery розширює стандарт USB PD для використання з роз'ємами USB Type-C. Він забезпечує високу передачу енергії та швидке заряджання для широкого спектра пристроїв, включно з ноутбуками, планшетами та смартфонами.

#### 1.4 Висновки до розділу

На основі аналізу наявних зарядних пристроїв та їхніх характеристик можна виділити деякі вимоги до універсальних зарядних пристроїв. Основні вимоги до таких пристроїв такі:

1. Сумісність із різними типами пристроїв.
2. Висока ефективність заряджання.
3. Захист від перенапруги та короткого замикання.
4. Компактність і портативність.
5. Інтелектуальне керування зарядом.

Універсальні зарядні пристрої мають відповідати цим вимогам. Це забезпечує зручне, швидке та безпечне заряджання широкого спектра пристроїв.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ

### 2.1 Основні компоненти зарядного пристрою

Зарядні пристрої зазвичай складаються з багатьох основних частин, кожна з яких виконує різні завдання, необхідні для успішної зарядки пристроїв. Деякі з цих елементів є:

#### 1. Трансформатор або індуктивну котушку

Трансформатор або індуктивна котушка є важливим компонентом в зарядних пристроях, особливо в бездротових зарядних пристроях. Вони передають електричну енергію від джерела живлення до пристрою, який потребує зарядки, подивитися на принцип дії та конструкцію можна на рисунку 2.1.

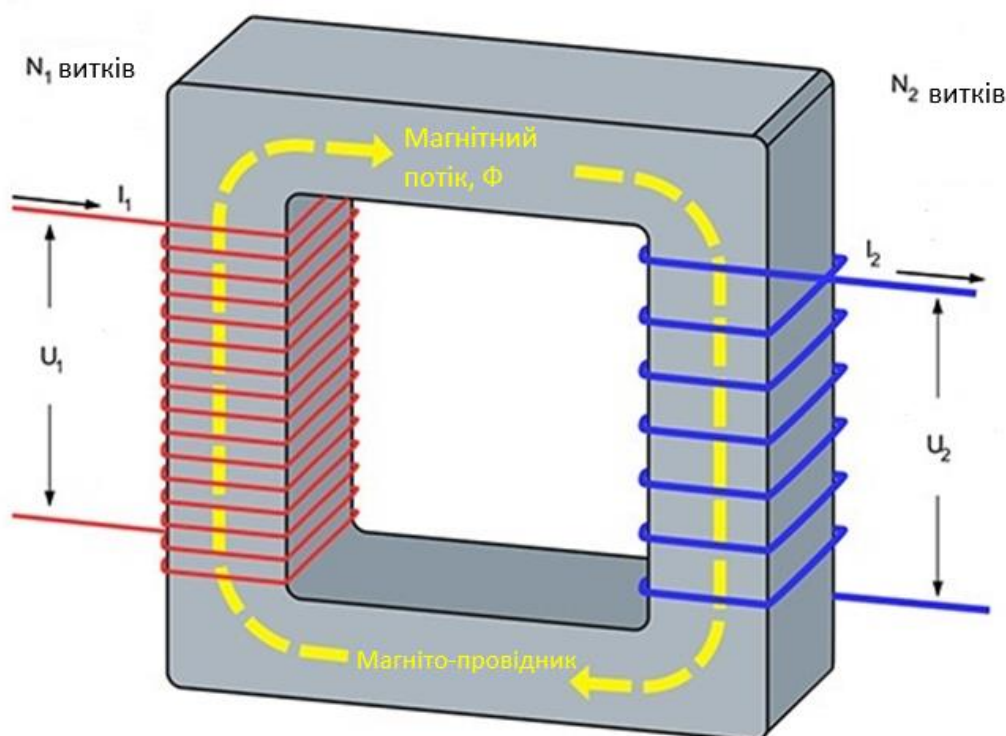


Рисунок 2.1 – Принцип роботи трансформатора

Щоб бездротово передавати енергію, трансформатор або індуктивна котушка використовують принцип електромагнітної індукції. Вони складаються з двох або більше намоток, зазвичай з міді, розташованих поруч або в серії. Первинна котушка

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

або первинна котушка підключається до джерела живлення, а вторинна котушка або вторинна котушка підключається до пристрою, який має бути заряджений.

Змінне магнітне поле створюється, коли на первинну котушку подається змінний струм. Змінне напруження в вторинній котушці створюється магнітним полем, яке генерує електричну енергію, яка заряджає пристрій, який до неї підключений.

Індуктивні котушки або трансформатори можуть бездротово передавати енергію з високою ефективністю та мінімальними втратами. Їх можна використовувати для контролю потоку енергії та захисту від перенапруги та короткого замикання, що робить їх життєво важливими для безпеки.

Щоб забезпечити безпечну та ефективну передачу електричної енергії до підключених пристроїв, універсальні зарядні пристрої часто включають трансформатори або індуктивні котушки.

## 2. Контролер зарядки

Контролер зарядки (charging controller) - це мікросхема або електронний пристрій, який контролює процес зарядки батареї або акумулятора в зарядному пристрої. Він контролює напругу, струм і інші параметри зарядки, щоб гарантувати оптимальну та безпечну зарядку пристроїв.

Контролер зарядки виконує багато завдань, наприклад:

1. Регулювання напруги та струму: це програмне забезпечення, яке керує постачання електричної енергії до батареї або акумулятора, а також регулює напругу та струм зарядки. Він може відстежувати стан зарядки та правильно налаштовувати параметри зарядки, щоб забезпечити безпечну та ефективну зарядку.

2. Захист від перенапруги та короткого замикання: захисні механізми в контролері зарядки запобігають перенапругам і коротким замиканням. Виявляючи надмірну напругу або коротке замикання, він автоматично припиняє зарядку або знижує потужність, щоб запобігти пошкодженню пристрою або небезпеці. Він може бути реалізований як у середині самих елементів, так і вигляді радіаторів.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Керування температурою: Під час зарядки деякі контролери зарядки можуть відстежувати температуру та запобігати перегріву. Якщо температура пристрою перевищує безпечні межі, вони можуть автоматично знизити потужність або припинити зарядку.

4. Інтелектуальне керування зарядкою: деякі контролери зарядки можуть підтримувати інтелектуальне керування зарядкою. Вони можуть знайти підключені пристрої та їхні параметри зарядки, такі як ідеальний струм і напругу. Контролер може використовувати ці дані для зміни параметрів зарядки, щоб забезпечити швидке та ефективне зарядження.

5. Керування режимами зарядки: контролер зарядки може встановлювати різні режими зарядки, такі як швидке, повільне або економія енергії. Відповідно до типу пристрою, стану зарядження та інших параметрів він може автоматично вибрати найкращий режим.

6. Комунікація зі зарядним пристроєм: деякі контролери зарядки можуть працювати з зарядним пристроєм або підключеним пристроєм за допомогою певних протоколів, таких як Qualcomm Quick Charge або USB Power Delivery. Це дозволяє обмінюватися даними про стан зарядки, надсилати команди та отримувати дані про зарядження.

Контролер зарядки є важливою частиною зарядного пристрою, який керує різними функціями та параметрами зарядки для безпечної та ефективної зарядки пристроїв. Він запобігає перегріву, короткому замиканню та іншим небезпечним ситуаціям під час зарядки батареї.

### 3. Інтерфейси зв'язку

В контексті зарядних пристроїв інтерфейси зв'язку можуть означати протоколи комунікації та роз'єми, які використовуються для передачі даних, керування процесом зарядки між зарядним пристроєм і підключеним пристроєм. Також охолодження може бути представлене як активне, тобто вентилятор чи кулер так і пасивне – радіатор із алюмінію чи міді. Ось деякі типові інтерфейси зв'язку, які можуть бути використані зарядними пристроями:

1. USB (Universal Serial Bus): інтерфейс USB є одним із найпоширеніших для зарядних пристроїв. Існують різні версії USB, наприклад USB 2.0, USB 3.0, USB 3.1 та USB 4.0. Вони не тільки можуть передавати швидку передачу даних, але також можуть передавати електричну потужність для зарядки пристроїв.

2. Роздача енергії USB (USB PD): стандартна функція, відома як USB PD, дозволяє розширити можливості зарядки через USB-порт. Для швидкого заряджання пристроїв, таких як ноутбуки, смартфони та планшети, він може передавати більше електричної потужності. USB PD має більші струми та напругу, що дозволяє заряджати пристрої з великими батареями швидше.

3. Технологія Qualcomm Quick Charge: це технологія швидкої зарядки, розроблена Qualcomm. Вона може передавати великі струми зарядки та швидко заряджати сумісні пристрої за допомогою спеціальних протоколів, які використовуються зарядним пристроєм і пристроями.

4. Apple MagSafe: розроблений Apple для бездротової зарядки пристроїв iPhone та інших продуктів за допомогою магнітного роз'єму. Він точно позиціонує пристрій за допомогою магнітної притягування.

5. Bluetooth: Bluetooth є популярним інтерфейсом бездротового зв'язку, який дозволяє передавати дані між зарядним пристроєм і підключеним пристроєм. Він дозволяє передачу даних і команд заряджання безпроводово.

6. Wi-Fi: ще одним бездротовим інтерфейсом зв'язку є Wi-Fi, який дозволяє зарядному пристрою спілкуватися з підключеним пристроєм. Він підтримує широкий діапазон передачі даних і може відстежувати стан зарядки та керувати зарядкою.

7. Near Field Communication (NFC): короткодіючий бездротовий інтерфейс зв'язку, відомий як NFC, дозволяє пристроям безконтактно спілкуватися між собою миттєво. Він може керувати процесом зарядки та передавати інформацію про зарядку.

8. Пропріетарні інтерфейси: деякі виробники пристроїв можуть використовувати унікальні інтерфейси для зарядних пристроїв. Ці інтерфейси

					КвРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть бути розроблені спеціально для конкретних моделей пристроїв, щоб гарантувати найкращу швидкість зарядки та ефективність комунікації.

Вибір інтерфейсу зв'язку залежить від підключеного пристрою, його функцій і сумісності зі зарядним пристроєм..

## 2.2 Принцип роботи зарядного пристрою

Принцип роботи зарядного пристрою полягає в постачанні необхідної електричної енергії до підключених пристроїв для їх зарядки. Основні кроки в процесі зарядки можуть включати:

Виявлення підключеного пристрою до зарядного пристрою може відбуватися за допомогою різних методів. Ось декілька загальних способів виявлення підключеного пристрою:

1. Виявлення фізичного підключення: зарядний пристрій може виявити пристрій, який підключений, перевіряючи його фізичне підключення за допомогою роз'єму або бездротової технології. Наприклад, коли пристрій підключено до зарядного пристрою через USB-кабель, зарядний пристрій може бачити контакти роз'єму.

2. Виявлення комунікаційних сигналів: під час підключення до зарядного пристрою деякі пристрої можуть надсилати спеціальні комунікаційні сигнали або протоколи. Зарядний пристрій може використовувати ці сигнали, щоб визначити тип підключеного пристрою та його можливості заряджання. Наприклад, протоколи комунікації, такі як USB Power Delivery або Qualcomm Quick Charge, дозволяють USB-пристроєм передавати інформацію про їхні характеристики.

3. Виявлення електричних параметрів: зарядний пристрій може виявити підключений пристрій, спостерігаючи за електричними параметрами, такими як струм, напруга або опір. Зарядне пристрій може визначити тип підключеного пристрою, оскільки різні пристрої мають різні електричні характеристики. Часто через низьку напругу зарядні пристрої не виявляють підключення і не заряджають.

					КвРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Використання інтелектуальних чипів: деякі пристрої містять інтелектуальні чипи, які можуть взаємодіяти з зарядним пристроєм для виявлення та обміну інформацією про зарядку. Це дозволяє зарядному пристрою на цільовому пристрої отримувати більше даних і визначати найкращі параметри зарядки. Інтелектуальні чипи можуть містити ідентифікатори, які дозволяють зарядному пристрою розпізнавати конкретне підключене пристрій.

Ці інтелектуальні чіпи дозволяють зарядному пристрою спілкуватися з підключеним пристроєм і передавати інформацію про зарядку. Це може включати параметри, такі як потужність, зарядні можливості, стан батареї тощо. Зарядний пристрій може використовувати ці дані для оптимізації параметрів зарядки для підключеного пристрою.

Наприклад, інтелектуальні чіпи в зарядних пристроях для ноутбуків можуть взаємодіяти з зарядкою ноутбука, надаючи інформацію про його зарядні можливості та стан батареї. Це дозволяє зарядному пристрою змінювати напругу та струм зарядки, щоб відповідати потребам ноутбука, що забезпечує ефективну та швидку зарядку.

Інтелектуальні чіпи захищають зарядний пристрій від перевантаження або пошкодження батареї та оптимізують взаємодію між ним і підключеним пристроєм. Крім того, він може виконувати інші завдання, такі як швидка зарядка, безпека зарядки та відображення інформації про зарядку на екрані пристрою.

Вимірювання параметрів зарядки.

Під час зарядки пристрою можуть вимірюватися різні характеристики, щоб керувати та оптимізувати процес. Деякі загальні параметри, які можна виміряти, є наступними:

1) напруга (Voltage - V): вимірювання напруги дозволяє визначити потенціал електричної енергії пристрою під час зарядки. Вимірювання напруги відбувається за допомогою вольтметра, рисунок 2.2 та дозволяють зарядному пристрою регулювати кількість енергії, яку він отримує під час зарядки.

На основі цих замірів виконуються важливі для зарядки розрахунки, які дають приріст ефективності під час заряджання акумуляторів;

2) сила струму (Current) — це вимірювання кількості електричного заряду, який постачається пристрою протягом певного часу. Зарядне пристрій, яке використовує вимірювання сили струму, може керувати швидкістю зарядки та оптимізувати її відповідно до можливостей підключеного пристрою;

3) потужність (Power - POW): для вимірювання ефективності зарядки потужність визначається як добуток напруги на силу струму. Вимірювання потужності дозволяють зарядному пристрою регулювати кількість електроенергії, яку він використовує, і визначити найкращі параметри зарядки;

4) опір (Resistance): Рівень опору в електричній схемі під час зарядки можна виміряти, вимірюючи опір. Вимірювання опору можуть допомогти визначити проблеми з підключенням або несправності в системі зарядки;

5) температура (Temperature - TEMP): Під час зарядки висока температура може вказувати на перевантаження або інші проблеми. Зарядний пристрій може виміряти температуру як самого зарядного пристрою, так і пристрою, що заряджається, для керування та безпеки процесу зарядки.

Зарядне пристрій може керувати та оптимізувати процес зарядки шляхом вимірювання цих параметрів.

6) час зарядки (Charging Time): Ви можете дізнатися, скільки часу займає зарядка пристрою. Це дозволяє контролювати швидкість зарядки пристрою та відстежувати, скільки часу потрібно для його повного заряджання;

7) рівень заряду (Charge Level): Зарядний пристрій може визначити рівень заряду пристрою, що заряджається, і відобразити це на індикаторі заряду або інформаційному дисплеї. Це дає користувачу можливість відстежувати рівень заряду пристрою;

8) діагностика: зарядний пристрій також може вимірювати різні дані, такі як стан зарядки, акумулятора, вологість, температура, опір тощо. Це дозволяє виявити потенційні проблеми з зарядкою, батареєю або іншими компонентами системи та

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надавати діагностичну інформацію користувачам або розробникам. Що дозволить підвищити безпеку зарядки та користування пристроєм.



Рисунок 2.2 - Вольтмерт

Регулювання напруги та струму зарядки: регулювання напруги та струму зарядки залежить від типу зарядного пристрою і можливостей підключеного пристрою.

Напруга зарядки: деякі зарядні пристрої можуть змінювати напругу зарядки, особливо коли використовується роз'єм USB типу C, який підтримує стандарти, такі як USB Power Delivery (USB PD). Зарядний пристрій може спілкуватися з підключеним пристроєм і регулювати напругу зарядки відповідно до його потреб за допомогою протоколів комунікації інтелектуального заряджання.

Сила струму зарядки: більшість зарядних пристроїв мають можливість змінювати силу струму, що заряджається. Це дозволяє змінювати швидкість зарядки залежно від можливостей підключеного пристрою та потреб користувача. Наприклад, деякі зарядні пристрої, які підтримують швидку зарядку, можуть надавати велику силу струму для швидкої зарядки пристрою, але інші зарядні

					КвРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристрої можуть надавати меншу силу струму для більш повільної та тривалої зарядки.

Автоматичне регулювання: деякі зарядні пристрої можуть мати функцію автоматичного регулювання, яка дозволяє їм вибирати найкращі параметри зарядки на основі даних, отриманих від підключеного пристрою. Наприклад, зарядний пристрій може вибрати найкращу напругу та силу струму для зарядки, орієнтуючись на тип підключеного пристрою та його вимоги до зарядки.

Налаштування за допомогою програмного забезпечення: параметри зарядки цих пристроїв можна регулювати за допомогою програмного забезпечення.

Наприклад, деякі сучасні ноутбуки або смартфони можуть мати встановлені програми або драйвери, які дозволяють змінювати параметри зарядки. Для оптимальної зарядки пристрою це може включати налаштування максимальної напруги або сили струму зарядки, обмеження швидкості зарядки або встановлення певних параметрів. Апаратне діагностування та деякі складові можуть надавати інформацію про несправності або самі ж приймати певні заходи безпеки, що дозволить уникнути багатьох непередбачуваних ситуацій та запобігти їм.

Важливо враховувати, що деякі пристрої не можуть керувати напругою та струмом зарядки. Ці можливості залежать від моделі та функціональних можливостей пристрою.

Щоб дізнатися більше про можливості налаштування параметрів зарядки певного пристрою, рекомендую звернутися до документації або інструкції користувача цього пристрою або зв'язатися з виробником.

Захист від перенапруги та короткого замикання є важливою функцією зарядних пристроїв, яка забезпечує безпеку під час зарядки підключених пристроїв. Ось декілька загальних методів захисту від перенапруги та короткого замикання:

1. Захист від надмірної напруги, також відомий як захист від перенапруги. Він виявить надмірну напругу в електричній мережі та блокує її передачу до підключеного пристрою. Він допомагає захистити пристрій від надмірної напруги, яка може виникнути через несправності або нестабільність електричної мережі.

2. Захист від короткого замикання (Short Circuit Protection): цей механізм захищає від короткого замикання в ситуаціях, коли положення провідників електричної мережі неправильно з'єднані або взаємодіють напряду. Щоб запобігти пошкодженню пристрою або пожежі, зарядний пристрій виявляє коротке замикання.

3. Захист від перевантаження (Overload Protection): цей механізм визначає, коли зарядний пристрій отримує більше допустимого навантаження. Він регулює як потужність, так і струм, що надходять до пристрою, а потім відключає струм, щоб уникнути пошкодження пристрою або зарядного пристрою.

4. Термічний захист (Термічний захист): Цей захист вимірює температуру зарядного пристрою під час роботи. Якщо температура перевищує безпечний рівень, зарядний пристрій автоматично припиняє передачу електроенергії або обмежує силу струму, щоб запобігти перегріву та пошкодженню пристрою.

5. Захист від протилежного полюсування (захист від протилежного полюсування): цей механізм захищає від неправильного підключення положенням проводів електричної мережі. Зарядний пристрій автоматично визначає, що відбувається підключення з неправильним поляритетом. Щоб запобігти пошкодженню пристрою, він блокує передачу струму.

6. Захист від перезавантаження (Перезавантаження перевантаження): деякі зарядні пристрої мають вбудований захист від перезавантаження. Зарядний пристрій може автоматично вимкнутися, щоб захистити його від пошкодження, якщо він перевантажений або під тривалим навантаженням.

Під час зарядки пристроїв ці методи захисту від перенапруги та короткого замикання забезпечують безпеку та запобігають можливим пошкодженням. Для надійної та безпечної зарядки важливо використовувати надійні зарядні пристрої від відомих виробників.

Керування ефективністю зарядки є важливою частиною, яка допомагає забезпечити оптимальну швидкість зарядки та ефективне використання електроенергії. Ось кілька методів контролю ефективності зарядки:

Використання високоефективних пристроїв: Вибір високоякісного зарядного пристрою може значно покращити ефективність зарядки. Використання пристроїв з високим коефіцієнтом перетворення електроенергії є частиною цього, що дозволяє знизити втрати енергії під час зарядки.

Керування потужністю: зарядний пристрій може використовувати керування потужністю, щоб максимізувати продуктивність зарядки. Це означає оптимізацію напруги та струму зарядки. Це дозволяє максимізувати швидкість зарядки при мінімальних витратах енергії.

Керування тепловим режимом: під час зарядки зарядний пристрій або підключений пристрій може нагріватися. Щоб зберегти енергію та безпеку, керування тепловим режимом дозволяє ефективно контролювати розсіювання тепла та підтримувати оптимальну температуру під час зарядки.

Застосування методів зарядки: Алгоритми зарядки використовуються розумними зарядними пристроями для оптимізації процесу зарядки. Ці алгоритми можуть враховувати кілька факторів, наприклад тип пристрою, його стан заряду, температуру, опір та інші. Ця інформація є важливою як для безпеки та зарядки.

Таким чином, ми розглянули принципи роботи зарядних пристроїв і їх основні частини в цьому розділі. Зарядні пристрої використовуються для зарядки різних електронних пристроїв, і добре працювати з ними означає, що вони безпечні та швидко заряджаються.

Ми розглянули зарядні пристрої на основі перетворювачів постійного струму, зарядні пристрої на основі трансформаторів і портативні зарядні пристрої. Кожен тип має свої особливості та переваги, але загальні принципи лежать в основі всіх типів.

Зарядні пристрої складаються з трансформаторів, перетворювачів, регуляторів напруги та струму, контролерів заряду та захисних пристроїв. Кожен компонент має вирішальне значення для забезпечення безпечної та правильної зарядки пристроїв.

Ми також обговорювали ключові питання безпеки, такі як захист від короткого замикання та перенапруги. Ці захисні механізми запобігають пошкодженню підключених пристроїв у непередбачених ситуаціях.

В цьому розділі ми дізналися про принципи роботи зарядних пристроїв і їхні частини. Усвідомлення цих принципів допомагає нам вибрати правильні зарядні пристрої, забезпечити безпечну та ефективну зарядку наших електронних пристроїв і знати, скільки електроенергії ми витрачаємо. Щоб отримати найкращу швидкість зарядки та максимальну ефективність використання енергії, необхідно використовувати високоякісні та високоефективні зарядні пристрої, регулювати потужність зарядки, контролювати температуру та використовувати алгоритми зарядки.

Знання принципів роботи зарядних пристроїв та їхніх компонентів допомагає зрозуміти, як правильно їх використовувати, уникати потенційних проблем, пов'язаних із зарядкою, і гарантувати, що електронні пристрої будуть працювати довго та надійно без збоїв. Правильний підбір алгоритмів може не лише зарядити але й відновлювати акумулятори, що значно збільшить їх термін експлуатації без шкоди для них та побічних пристроїв. Це веде до багатьох позитивних сторін.

### 2.3 Альфа модель зарядного пристрою

Розробка альфа версії універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням розпочиналася процесом, який включав кілька ключових етапів. Основною метою розробки було створення зарядного пристрою, який би забезпечував широкий спектр зарядки для різних типів пристроїв з максимальною ефективністю та безпекою.

На стадії проектування спочатку було проведено детальний аналіз потреб ринку та вимог щодо універсального зарядного пристрою. На основі цього аналізу було розроблено архітектуру пристрою, включаючи усі необхідні елементи. Важливою складовою була можливість налаштування параметрів зарядки для

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різних типів акумуляторів. У процесі реалізації на основі проекту було розроблено апаратну складову зарядного пристрою. Було вибрано та інтегровано відповідні елементи, сенсори, вхідно-вихідні порти та інші необхідні компоненти.

Після успішної реалізації пристрою були проведені випробування та тестування. Було перевірено сумісність з різними типами акумуляторів, зокрема літій-іонними, свинцево-кислотні різних типів та технологій, нікель-метал-гідридними та літій-полімерними акумуляторами. Виконувалися тести зарядки для різних пристроїв з різними параметрами, щоб перевірити ефективність та безпеку пристрою.

При розробці альфа версії були протестовані різні види постійного струму, в тому числі і пульсуючі, які представлені на рисунку 2.3. Загалом у розробці нам знадобиться постійний, пульсуючий та змінний струми. Їх відмінності можна побачити на рисунку 2.4.

В альфа версії для тестування був вибраний свинцево-кислотний акумулятор на 60А/год. Використовувався синусоїдний пульсуючий струм типу «а» та «б» під час тестування. Це дозволило оцінити роботу зарядного пристрою в різних умовах та переконатися в його ефективності.

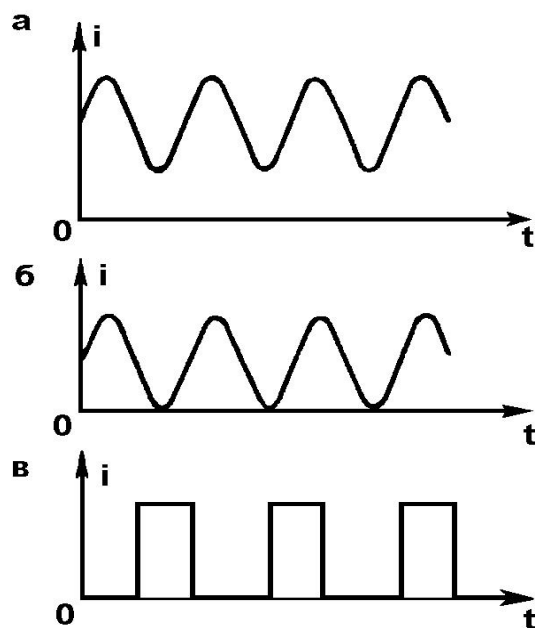


Рисунок 2.3 – Види пульсуючого струму

Вже без мікроконтролера була доведена його ефективність у відновленні свинцевого акумулятора. Проте, щоб досягти це більшого КПД потрібен струм типу «в». Для цього вже знадобиться додаткове обладнання та модернізація зарядного.

За допомогою цього пристрою вдалося розчинити сульфати свинцю та збільшити ємність акумулятора. Також вдалося підвищити напругу із 12.48В до 12.68В. Що на пряму свідчить про відновлення покриття пластин в акумуляторі.

Це веде до збільшення ємності акумулятора, його пускового струму. Позитивно впливає на сприйняття ним заряду та збільшує термін служби. Десульфатація допомагає розчинити ці кристали, відновити активну поверхню пластин і повернути акумулятору його втрачену ємність. Це покращує загальну продуктивність акумулятора та тривалість його роботи. Покращення електричних характеристик, після розчинення сульфатів зменшується внутрішній опір, підвищується напруга та здатність до швидкого віддачі енергії, що надзвичайно важливо для свинцево-кислотних акумуляторів, так як вони у більшості випадків призначені для коротких але великих віддач енергії, наприклад запуск двигуна.

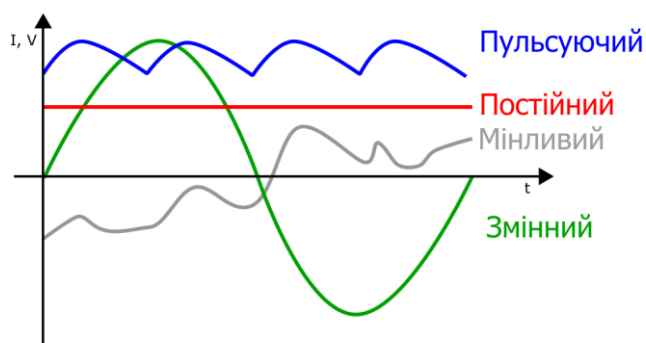


Рисунок 2.4 – Види струму

Данна зарядка дозволить автоматизувати процеси зарядки, розрядки та відновлення (десульфатація для свинцевих акумуляторів). Її зовнішній вигляд показана на рисунку 2.5. та 2.6

У цьому зарядному пристрої для інформування користувача присутня індикація заряду, вольт-амперметр, багатообертові змінні резистори з більшою найністю, блок живлення на 100ватт, конвертор у вигляді модуля на 200ватт, захист від короткого замикання та перенапруги.

Резистори дають змогу регулювати напругу у широкому діапазоні (від одного вольт до тридцяти вольт). Цей діапазон охоплює акумулятори практично усіх категорій.

При тому, що за допомогою цієї моделі ми можемо досить продуктивно заряджати акумулятори різних типів, так як присутнє регулювання напруги і струму, присутні і недоліки.

Одні із найбільш очевидних це відсутність алгоритмів які б керували процесом та збільшили КПД. Іншим недоліком є те, що регулювання параметрів відбувається вручну не залежно від нашого бажання. Вирішити ці проблеми покликана наступна модель.

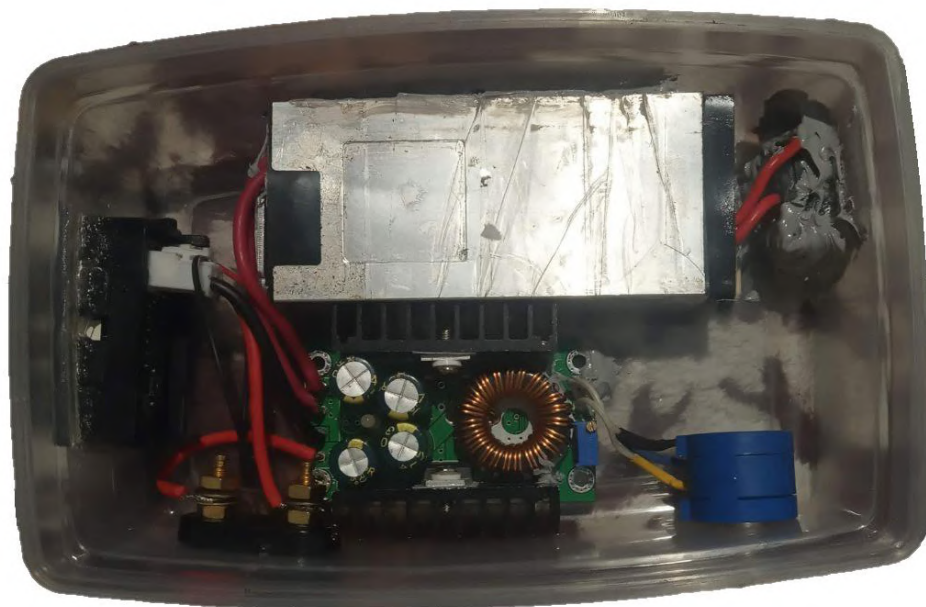


Рисунок 2.5 – Альфа версія зарядного. Вигляд зверху.

У пробній версії реалізовано в основному три види заряджання акумуляторів, це основна зарядка, дозаряд та десульфатація.



Рисунок 2.6 – Вид зарядного спереду.

Опис видів зарядки розберемо на прикладі дванадцятивольтового свинцево-кислотного акумулятора ємністю 60 ампер/годин, придатне для більш ємких АКБ.

Основний процес зарядки включає в себе 8 етапів:

1. Якщо напруга на акумуляторі дорівнює більше 12,3В то здійснюється розряд до 12,2В. Для кращого і рівномірного заряду пластин в майбутньому.

2. Далі здійснюється заряд акумулятора до 14,6В (не більше), з мінімальним струмом в 0,2А, при струмі заряду в 6А. Якщо струм падає менше 1А виконується пауза до вирівнювання напруги. Процес виконується до досягнення стабільних 14,4В.

3. Після цього здійснюється короткотривалий дозаряд до 16В. Виконується це до тих пір поки струм заряду не вирівняється до 2А. Після досягнення 15,5В відбувається відключення, паузі і подача живлення акумулятора.

4. При виконанні цих процедур акумулятору дається не менше шести годин для відстоювання та стабілізації.

5. Після відстоювання якщо опід дорівнює більше ніж 10 міліом то процес виконується заново. Якщо ж менше 10 мОм акумулятор переводиться в режим зберігання і підтримки напруги 13В.

Режим дозаряду має 3 кроки (приклад теж буде для дванадцяти вольтового акумуляторі із свинцю):

1. Заряд до тих пір поки при 16В струм не зменшеться до 2ампер. Далі заряджання із перервами для стабілізації і вирівнювання напруги і продовження зарядку.

2. Для вирівнювання напруги в секціяє акумулятора подається 13,5В.

3. Після дозарядки акумулятор переводиться у режим зберігання при напрузі 13,6В.

Реалізований режим десульфатації в 2 етапи пульсуючим струмом:

1. Здійснюється заряджання до напруги 14,5В до поки струм не зменшиться до 0,2А. Початковий струм заряду дорівнює 6А. При досягненні напруги 13,2В на клеммах акумулятора здійснюється пауза для стабілізації і вирівнювання напруги, після чого заряд продовжується.

2. Для вирівнювання напруги акумулятора подається 13,5В. Після вирівнювання акумулятор переводиться у зберігаючий режим.

Зарахунок пульсуючого постійного струму та пауз для стабілізації сульфати свинцю в прямому сенці бомбардуються таким видом строуму. Що призодить до фізичної реакції і в свою чергу до розчинення сульфатів.

Основною метою у розробці схеми яка зображена на рисунку 2.7 було досягнення максимальної простоти, надійних рішень та мінімальної кількості компонентів, наскільки це було можливим.

Якщо відбувається замикання виводів зарядного пристрою під час роботи або виникає помилка полярності при підключенні до акумулятора, світлодіод спалахне, транзистор закриється та ланцюг буде перерваний. Крім того, в схемі передбачений захист від перевищення максимального струму на транзисторі.

У реальному часі даний пристрій зібраний на макеті. Процес зарядки полягає у простому заряджанні акумулятора зі стабілізацією струму на рівні 14,5 В. Після досягнення цієї напруги, заряд продовжується зі зниженням струму до мінімального рівня, а після цього зарядний пристрій відключається.

Процес дозарядки акумулятора включає стабілізацію струму до досягнення напруги 16,3 В.

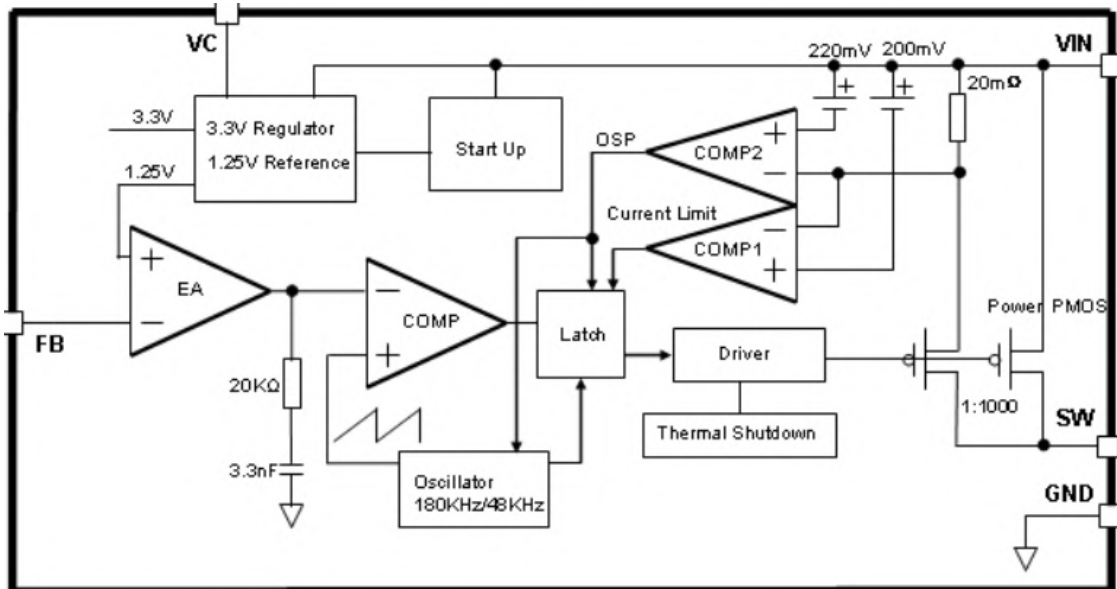


Рисунок. 2.7 - Функціональна блок-схема

Після досягнення цієї напруги, заряд продовжується зі зниженням струму до мінімального рівня, а після цього зарядний пристрій відключається. В цьому режимі діє кілька умов контролю напруги і струму:

- а) якщо напруга досягла 16 В і струм спочатку знижується, потім зупиняється і знову збільшується;
- б) якщо напруга досягла 16 В і струм не змінюється протягом двох годин, зарядний процес можна завершити;
- с) якщо напруга не може досягти 16 В, то встановлюється максимальна напруга яка досяглася як максимум. Якщо струм не зменшується, то після двох годин зарядний процес можна рахувати завершеним.

Розряд акумулятора здійснюється за інструкцією заряду акумулятора малим струмом, використовуючи малий струм за замовчуванням. Спочатку вимірюється внутрішній опір, і залежно від його значення вираховується струм розряду в діапазоні 1-3% від ємності акумулятора (наприклад, для 60 А/год це 0,5-1,5 А). Чим менше опір, тим більший струм розряду встановлюється. Розряд продовжується до досягнення напруги 11,6 В або до різкого падіння напруги, коли напруга різко падає. При досягненні напруги 12 В обчислюється поточна ємність акумулятора у відсотках.

Якщо після зниження напруги відновлення напруги відбувається протягом 5-15 хвилин і перевищує 0,3 В, потрібно відновити розряд, але струм розряду зменшується.

Під час розряду виконується підрахунок розряджених Ампер-годин та Ват-годин. Дозаряд акумулятора виступає основним режимом роботи.

Після завершення процесу дозаряду потрібно перейти до режим зберігання. У цьому режимі відслідковується напруга на акумуляторі, і якщо вона знижується до 12,65 В, вмикається зарядний режим з малим струмом, що становить 2% від ємності, з метою підняття напруги до 14,4 В.

Якщо струм розряду стає менше 0,7% від ємності, зарядний режим рекомендується вимкнути.

Під час випробувань альфа версії було виявлено, що для даних задача повністю чистає пасивного охолодження без будь-якої шкоди компонентам.

Після усіх випробувань, тестувань та налаштувань були виявлено ряд недоліків як можливо виправити та вдосконалити за допомогою мікроконтролера. Також було виявлено прогавини у безпеці.

Усі ці модифікації будуть застосовані у модернізованій бета версії зарядного пристрою уже із мікроконтролерним керуванням, що позбавить необхідності вручну коригувати параметри та зробить процес більш автоматизованим.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Висновки до розділу

При розробці тестової альфа моделі було отримано важливу інформацію щодо зарядки акумуляторів різних типів. Та доведено ефективність десульфатації свинцево-кислотних акумуляторів.

Було проведено детальне проектування архітектури пристрою, включаючи блок живлення, інтерфейси зарядки та захисту. Прототип був успішно виготовлений і збудований на основі цього проекту.

Сумісність з різними типами пристроїв: універсальний зарядний пристрій був протестований з різними типами акумуляторів, включаючи літій-іонні, нікель-метал-гідридні, літій-полімерні тощо.

Результати показали, що пристрій успішно заряджає всі перевірені типи акумуляторів.

Захист від перенапруги та перезарядки: Універсальний зарядний пристрій був оснащений захисними механізмами, які контролюють рівень напруги та струму під час зарядки.

Це дозволяє запобігти перенапрузці або перезарядці акумулятора, що забезпечує безпеку та тривалість життя батареї.

Ефективність зарядки: Результати тестування показали, що універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням демонструє високу ефективність.

В результаті розробки альфа версії універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням було досягнуто функціонального прототипу, який успішно заряджає різні типи акумуляторів та забезпечує оптимальну ефективність та безпеку зарядки. Це становить основу для подальшого вдосконалення та розвитку пристрою.

Доведено ефективність пробної версії для десульфатації свинцево-кислотних акумуляторів.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цьому розділі було проведено розробку альфа версії універсального зарядного пристрою. Процес розробки охоплював аналіз вимог, проектування та реалізацію.

Аналіз вимог виявив ключові потреби та характеристики, які має мати зарядний пристрій для ефективного заряджання різних типів акумуляторів.

На основі аналізу вимог було проведено проектування пристрою, включаючи вибір компонентів та розробку плати.

В результаті реалізації альфа версії зарядного пристрою було досягнуто певного рівня функціональності та стабільності.

Прототип зарядного пристрою здатний заряджати різні типи пристроїв для оптимального керування процесом зарядки.

Однак, необхідно врахувати, що альфа версія зарядного пристрою є лише першим кроком у процесі розробки. Є можливість для подальшого вдосконалення пристрою та вдосконалення його функціональних можливостей.

Наприклад, можна розглянути впровадження додаткових функцій. Тестування: після монтажу компонентів плата піддається тестуванню для перевірки її працездатності. Це може включати електричне тестування, функціональне тестування або інші методи перевірки залежно від вимог і специфікацій.

Монтаж компонентів є важливим етапом у виробництві електронних пристроїв, і він вимагає досвіду і вмінь у паянні, роботі з мікросхемами та дотримання вимог якості.

В цьому розділі було представлено програмно-апаратну реалізацію універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням. Описано процес розробки фірмвару, алгоритмів керування зарядом та інтерфейсу користувача. Також розглянуто апаратну реалізацію, включаючи вибір електронних компонентів, розробку печатних плат та монтаж компонентів. Не менш важливим є тестування та оцінка пристрою для перевірки його функціональності та надійності.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ

#### 3.1 Програмна реалізація зарядного пристрою

Програмна реалізація зарядного пристрою включає розробку фірмвару, алгоритмів керування зарядом та інтерфейсу користувача.

Програмна реалізація фірмвару для універсального зарядного пристрою є важливим етапом програмно-апаратної реалізації, оскільки вона відповідає за керування роботою пристрою, забезпечення контролю параметрів зарядки, взаємодію з користувачем та виконання необхідних функцій.

Процес програмної реалізації фірмвару включає наступні кроки:

1. Визначення функціональних вимог: Перш ніж приступити до розробки фірмвару, необхідно чітко визначити функції, які зарядний пристрій повинен виконувати. Це можуть бути функції керування зарядкою, відображення статусу зарядки, реалізація захисту від перевантажень та інші. Це дозволяє зорієнтуватись у вимогах до функціональності фірмвару.

2. Проектування архітектури фірмвару: На цьому етапі розробляється архітектура фірмвару, яка включає в себе модулі та компоненти, їх взаємозв'язок і взаємодію. Може використовуватись структурний або об'єктно-орієнтований підхід до проектування архітектури, залежно від вимог і можливостей.

3. Написання програмного коду: На основі визначених функціональних вимог та архітектури фірмвару розробляється програмний код. Для цього використовуються мови програмування, такі як C, C++, які надають можливість ефективно реалізувати функції керування зарядкою, обробку даних та взаємодію з користувачем. Також можуть використовуватися спеціалізовані бібліотеки для роботи з мікроконтролером або іншими електронними компонентами.

4. Інтеграція з апаратною складовою: Після написання програмного коду фірмвару, він інтегрується з апаратною складовою зарядного пристрою. Це включає завантаження програмного коду на мікроконтролер та забезпечення

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

правильної взаємодії з іншими електронними компонентами, такими як датчики, індикатори, реле тощо.

5. Тестування та налагодження: Після інтеграції фірмвару проводиться тестування для перевірки його працездатності та відповідності функціональним вимогам. Тестування може включати функціональні тести, тести зарядки різних типів пристроїв, перевірку стійкості та надійності роботи пристрою. У разі виявлення помилок або несоответствий проводиться налагодження та виправлення проблем.

6. Оптимізація та удосконалення: Після тестування і налагодження можуть бути виявлені певні недоліки або можливості для удосконалення фірмвару. Здійснюється оптимізація коду, виправлення помилок та вдосконалення функціональності на основі отриманих результатів тестування.

Програмна реалізація фірмвару вимагає ретельної розробки та тестування для забезпечення ефективної та надійної роботи зарядного пристрою. Вона забезпечує керування пристроєм та виконання необхідних функцій з урахуванням вимог та специфіки зарядного пристрою.

Програма починається з підключення необхідних бібліотек:

1. Бібліотека яка використовується для підключення мікроконтролера до пристроїв та модулів через інтерфейс I2C.

2. Бібліотека використовується для взаємодії з модулем INA226.

3. Бібліотека використовується для взаємодії з дисплеями через I2C.

4. Бібліотека для маніпулювання кнопками.

5. Бібліотека для роботи з енкодеро

Це можна побачити на рисунку 3.1.

У цьому випадку, якщо заряджання не потрібне, варто припинити заряджання вручну через 10 секунд.

Після цього програма може перейти до блоку меню для встановлення необхідних параметрів заряду. Як мінімум, достатньо встановити ємність акумулятора (Ач) і напругу.

```

beta_ver_1.01.ino
1  #include "1_User_Setup.h"
2  #include "2_menu.h"
3  #include <FunctionLite.h>
4  #include <EEPROM.h>
5
6  #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Бібліотека дисплея
7  LiquidCrystal_I2C lcd(ADDRDISP, DISPLAYx, DISPLAYy);
8
9  #if (SENSTEMP1 == 1)
10 #include <microDS18B20.h> // Бібліотека датчика температур
11 MicroDS18B20<PINTERM1> sensTemp; // датчик температури.
12 #endif
13 #if (SENSTEMP1 == 2 or SENSTEMP2 == 2)
14 #include <GyverNTC.h> // Бібліотека датчика температури NTC
15 #endif
16 #if (SENSTEMP1 == 2)
17 GyverNTC therm1(PINTERM1, NTCR1, NTCB1, 25, NTCRS1); // пін, R те
18 #endif
19 #if (SENSTEMP2 == 2)
20 GyverNTC therm2(PINTERM2, NTCR2, NTCB2, 25, NTCRS2); // пін, R те
21 #endif
22
23 #include <EncButton2.h>
24 #if (ENCBUTT == 0)
25 EncButton2<EB_ENCBTN> enc(INPUT_PULLUP, ENC_S2, ENC_S1, ENC_KL);
26 #elif (ENCBUTT == 1)
27 EncButton2<EB_BTN> OK(INPUT_PULLUP, PUSK); // кнопка - Пуск
28 EncButton2<EB_BTN> Minus(INPUT_PULLUP, MINUS); // кнопка - Мінус
29 EncButton2<EB_BTN> Plus(INPUT_PULLUP, PLUS); // кнопка - Плюс
30 EncButton2<EB_BTN> Stop(INPUT_PULLUP, STOP); // кнопка - Стоп
31 #elif (ENCBUTT == 2)

```

Рисунок 3.1 – Підключення бібліотек

На монтажному блоці:

1. Частота зарядки ШІМ встановлена на 31,4 кГц (різні частоти залежно від використовуваної котушки: 2, 4, 8, 31,4, 62,5 кГц).
2. Пускові контакти: 3, 11 - вихід ШІМ-сигналу; 2, 4, 5, 6 - вхід живлення (кнопка); 7, 8, 12 - вхід живлення (енкодер); 13 - вхід (сигнал перевантаження по струму від INA 226); А6 - аналоговий вхід для датчика температури; А7 - аналоговий вхід (вхід напруги від зарядного пристрою).
3. Кнопки "Пуск", "+", "-" і "Стоп" з налаштуванням часу тривалого натискання - 1 сек.
4. Підсвічування дисплея з таймером часу запуску.
5. Відображає назву та версію прошивки.
6. Зчитування блоків даних з пам'яті.
7. Перевірити, чи правильно виконано процес заряджання. Якщо зарядка була завершена неправильно (збій живлення, програмна помилка, ручне

завершення), зарядка продовжується з параметрами, які були в точці переривання. Якщо заряджання завершено правильно, дисплей повертається до головного меню.

8. Встановити робочі параметри INA226:  
`ina.configure(INA226_AVERAGES_128, INA226_BUS_CONV_TIME_1100US, INA226_SHUNT_CONV_TIME_1100US, INA226_MODE_SHUNT_BUS_CONT);`  
`ina.calibrate(0.0106, 8);` // Калібруємо INA226; Rshunt = 0.01Ω, maximum charging current = 8A - встановлюємо опір шунта і максимальний зарядний струм.

За замовчуванням встановлено режим "Заряд". Всі параметри розраховуються автоматично. Їх можна переглянути і змінити в розділі "Додатково". Натискання та утримання кнопки "Старт" протягом однієї секунди запускає процес заряджання; всі налаштування за замовчуванням для акумулятора ємністю 60 А-год можна скинути в розділі "Додаткові налаштування".

Після натискання кнопки "Старт" програма переходить до блоків вибору "Заряд", "Розряд", "Заряд" і "Зберігання". Активується потрібна функція: кожні 10 хвилин всі параметри зберігаються в пам'яті. Таким чином, у разі несправності зарядний пристрій почне роботу з того місця, на якому зупинився.

Алгоритми керування зарядом в універсальних зарядних пристроях грають важливу роль у програмному забезпеченні. Вони визначають оптимальні параметри зарядки для підключених пристроїв, забезпечуючи безпечну та ефективну зарядку батарей або акумуляторів. Основні алгоритми керування зарядом включають:

1. Алгоритм контролю напруги та струму: Цей алгоритм відповідає за регулювання вихідної напруги та струму зарядного пристрою, щоб забезпечити оптимальні значення для підключеного пристрою. Він контролює та регулює напругу та струм, щоб уникнути перевантаження або пошкодження батареї під час зарядки.

2. Алгоритм виявлення типу пристрою: Цей алгоритм визначає тип підключеного пристрою, такий як смартфон, планшет або ноутбук, і встановлює відповідні параметри зарядки. Він використовує ідентифікаційні сигнали або



Інтерфейс користувача (ІК) - це спосіб, яким людина взаємодіє з програмним забезпеченням, пристроями або системами. Він може бути графічним, текстовим або комбінованим, і його основна мета - забезпечити зручність, доступність та ефективність використання технологій.

Основні складові інтерфейсу користувача включають:

1. Графічний інтерфейс користувача (ГІК): Це тип інтерфейсу, що використовує графічні елементи, такі як кнопки, піктограми, меню, вікна та поле введення, для візуального представлення інформації та способів взаємодії з користувачем. ГІК дозволяє користувачу виконувати операції шляхом маніпулювання графічними елементами за допомогою миші, сенсорного екрана та інших пристроїв введення.

2. Текстовий інтерфейс користувача: це тип інтерфейсу, що використовує текстові команди або запити для взаємодії з користувачем. Текстовий інтерфейс може використовувати командний рядок або текстові поля для введення інформації та відображення результатів.

3. Елементи керування: це компоненти інтерфейсу, такі як кнопки, прапорці, перемикачі, списки та поле введення, які дозволяють користувачу взаємодіяти з програмами або пристроями. Елементи керування забезпечують засоби для вибору опцій, введення даних та виконання дій.

4. Меню на рисунку 3.3 : це набір опцій або команд, доступних користувачу для вибору. Меню можна представити у вигляді розкриваючихся списків або панелей з кнопками. Вони дозволяють користувачу вибирати потрібні опції або виконувати конкретні команди. Макет визначає розміщення елементів інтерфейсу, їх взаємозв'язок та оформлення. Навігація забезпечує способи переміщення між різними сторінками, вкладками або розділами інтерфейсу. Доступність включає такі аспекти, як можливість зміни розміру шрифту, використання кольорів для визначення інформації, підтримку скрінрідерів та інші функції, що полегшують використання інтерфейсу для всіх користувачів. Призупиняє або перериває зарядку і зберігає дані в пам'яті.



Рисунок 3.3 – Структура меню

5. Макет та навігація: це способи організації інформації та навігації по інтерфейсу користувача.

6. Зворотний зв'язок: це механізми, які надають користувачеві інформацію про стан системи або результати його дій. Зворотний зв'язок може бути візуальним (наприклад, повідомлення або індикатори), звуковим або тактильним.

7. Доступність: це властивість інтерфейсу користувача, яка забезпечує його використання людьми з різними можливостями.

Ці компоненти разом створюють інтерфейс користувача, який дозволяє користувачам легко і ефективно взаємодіяти з програмним забезпеченням або пристроями. Добре розроблений інтерфейс користувача полегшує використання технологій і покращує взаємодію користувача з системою.

Контроль напруги і струму (підтримувані функції), захист від перенапруги, перевантаження по струму і короткого замикання (підтримувані функції), контроль часу зарядки, підрахунок ампер-годин і ват-годин заряду.

Апаратна реалізація інтерфейсу користувача охоплює фізичні компоненти, які використовуються для забезпечення взаємодії між користувачем і системою. Це включає різноманітні пристрої, сенсори, датчики, контролери та інші апаратні засоби.

Інформаційний дисплей 16\*2 символів. Зарядка в режимі "осциляції" - якщо напруга досягає максимального значення (14,6 В), але струм нижче 1% від ємності, зарядка припиняється, напруга на акумуляторі починає падати і зарядка відновлюється, коли напруга стабілізується за цією схемою по колу. У режимі осцилюючого заряду не працює.

В запланованому пристрої можна замість стандартної Arduino Nano використовувати подібну плату на LGT8F328P.

За бічними контактами вони повністю сумісні і повністю взаємозамінні. У програму зарядника доданий програмний код для LGT8F328P. Також для неї потрібне власне ядро, яке доступне в менеджері плат при додаванні в налаштування Arduino I називається LGT8fx Boards.

Основною проблемою програмної сумісності цих плат є робота з постійною пам'яттю EEPROM. У LGT8F328P цей блок пам'яті виділяється за умовчанням у розмірі 1кБ із постійної пам'яті програми. Через це адреса першого осередку пам'яті відрізняється від Arduino Nano. З ядром постачається бібліотека для роботи з пам'яттю E2PROM.

Функціональні тести використовуються для перевірки працездатності електронного пристрою або системи шляхом виконання конкретних функцій і перевірки їх відповідності вимогам і специфікаціям. Ці тести гарантують, що пристрій працює належним чином і виконує очікувані функції. Розробка тестових сценаріїв це створення набору тестових сценаріїв, які включають різні функції та можливі варіації роботи пристрою.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Апаратна реалізація beta версії пристрою

Зарядний пристрій на рисунку 3.4 складається з кількох модулів: Arduino Nano, INA226 (вимірювання напруги та струму), кнопковий енкодер, стабілізатор напруги для Arduino (U1 LM7812), імпульсні перетворювачі, вимір полярності та захист від короткого замикання, вимір вхідної напруги та модуль розряду, вимір температури зарядного пристрою і керування вентилятором охолодження.

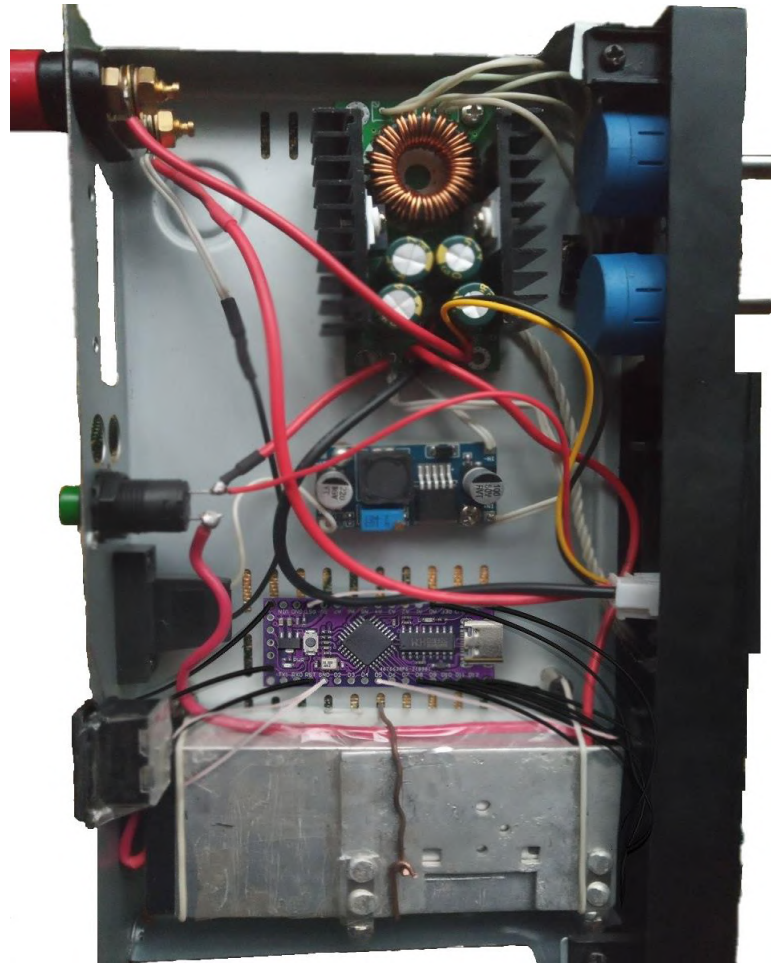


Рисунок 3.4 – beta версія зарядного пристрою

Модуль INA226 вимірює вихідну напругу (акумулятор) і струм у  $0,01 \Omega$  шунті. На основі цих даних Arduino вмикає ШІМ-сигнал на виводі і регулює його робочий цикл; ШІМ-сигнал подається на базу транзистора, який відкривається за позитивної напруги та закривається за нульової; коли відкривається, затвор потужного закривається і також відкривається; коли відкривається, затвор потужного закривається; коли закривається, затвор потужного відкривається.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Струм починає протікати в ланцюзі і ланцюг замикається. Конденсатор накопичує заряд, і коли сигнал ШІМ стає нульовим (негативним), закривається, на затвор подається позитивний потенціал, і закривається. Оскільки індуктор є індуктивним, йому необхідно накопичувати енергію (як маховику в автомобілі). Тому для замикання індуктора необхідний діод. Струм продовжуватиме текти в ланцюзі впродовж деякого часу, поки енергія дроселя не буде витрачена. Конденсатор передає накопичений заряд доти, доки напруга на конденсаторі не зрівняється з напругою батареї.

Дільники вхідної напруги необхідні для контролю напруги, що подається від зовнішнього джерела живлення; Arduino контролює вхідну напругу і не почне заряджання, якщо вона нижча за напругу батареї, помножену на 1,5 ( $12\text{В} * 1,5 = 18\text{В}$ ,  $6\text{В} * 1,5 = 9\text{В}$  і інші).

Максимальна вхідна напруга залежить від конденсаторів та напруги регулятора LM7812 і не повинна перевищувати 35 В.

Діод запобігає зворотним струмам і тому забезпечує більш стабільне живлення мікроконтролера; польовий транзистор IRF4905 має зворотну провідність (діод вбудований у схему), тому Arduino можна жити безпосередньо від батареї. Це корисно, якщо потрібно перевірити напругу батареї, виміряти внутрішній опір або розрядити батарею далеко від електричної розетки.

Arduino контролює температуру транзистора за допомогою датчика температури DS18B20. За необхідності можна увімкнути вентилятор і відрегулювати швидкість.

Схему блоків захисту від короткого замикання і полярності взято з відкритих джерел. У разі короткого замикання виходу під час роботи зарядного пристрою або переполюсовки під час під'єднання акумулятора загоряється світлодіод, транзистор закривається, і ланцюг переривається. Транзистор також оснащений схемою захисту від перевантаження за струмом.

Схеми вимірювання розряду батареї і внутрішнього опору реалізовано на транзисторі. Лампа працює зі звичайними лампами розжарювання 12 В 21-50 Вт

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 53
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

(від 1,8 А до 4,1 А). Максимальний струм розряду залежить від потужності лампи. Максимальна потужність лампи - 100 Вт, а струм - не більше 8 А. Зрозуміло, лампа має перебувати поза корпусом зарядного пристрою. Лампу можна замінити сильноточним резистором зі значенням опору не менше 1,5 Ом.

Стабільне живлення Arduino забезпечується регулятором LM7812 і конденсаторами. Вхідна напруга (<35 В) знижується до 12 В і стабілізується. Вона подається на вхід живлення Arduino. Вона також живить вентилятор через транзистор.

Основна вимога до такого зарядного пристрою - відстежувати кількість струму, напруги та ампер-годин, витрачених на заряджання/розряджання, і завершувати процес заряджання/розряджання, коли заряджання/розряджання завершено. У розширених налаштуваннях можна налаштувати параметри заряду, підзарядки, розрядки та зберігання за власним бажанням.

Виконання тестів зарядки для різних типів пристроїв з метою перевірки правильності керування процесом зарядки та досягнення встановлених критеріїв заряду. Це включає тестування різних типів акумуляторів та пристроїв, вимірювання струму та напруги під час зарядки, оцінку ефективності та стабільності зарядки тощо.

Виконання тестів захисту для перевірки реакції пристрою на небезпечні ситуації, такі як перевантаження, коротке замикання та перегрів. Це може включати симуляцію таких ситуацій та перевірку реакції пристрою на їх виявлення та уникнення.

Після проведення тестів необхідно аналізувати отримані результати та оцінювати відповідність пристрою встановленим вимогам. Це може включати порівняння вимірних значень зі специфікаціями, оцінку точності та стабільності роботи пристрою, виявлення та усунення можливих проблем.

У результаті проведених тестів буде оцінено функціональність та надійність програмно-апаратної реалізації розробленого універсального зарядного пристрою. Виконання тестів: Запуск тестових сценаріїв на пристрої або системі для перевірки

роботи різних функцій. Це може включати введення вхідних даних, виконання операцій та спостереження за отриманими результатами.

Аналіз результатів: Оцінка результатів тестів з метою виявлення проблем або несоответствій. Це може включати порівняння фактичних результатів з очікуваними, виявлення помилок або аномалій, а також реєстрацію і документування виявлених проблем.

Відлагодження: Виправлення виявлених проблем шляхом аналізу причин, усунення несправностей і повторного тестування для перевірки, чи вирішено проблеми і чи працює функціонал належним чином.

Функціональні тести використовуються для перевірки роботи окремих компонентів, модулів або повних систем. Вони сприяють забезпеченню якості та надійності електронних пристроїв, переконуючись, що вони виконують свої функції правильно і бездоганно.

Було випущено доповнення до бібліотеки GyverINAint версії 1.2.2, яке включає певні зміни.

Змінено тип значення потужності на int32, тепер коректно розраховується Ватт/годинник. Виправлені помилки типів даних, які призводили до неправильних розрахунків під час заряду та розряду. Покращено перевірку силового транзистора на несправність, зараз перевірка проводиться двічі протягом 2 секунд.

Внесені зміни до функцій управління вентилятором ШІМ мали на меті виправити проблеми та спростити код. Тепер ШІМ вентилятора працює більш коректно та надійно.

Також була змінена логіка функції Alert INA226. Тепер, якщо спрацює сигнал Alert, струм заряду/розряду починає зменшуватися. Функція Alert підраховує кількість спрацювань, і якщо ця кількість перевищує 60 (за 1200 мс), то відбувається відключення зарядного/розрядного струму, вимикання захисного транзистора та виконується перевірка на продовження або завершення роботи. В функцію заряду було додано обробник відсутності напруги живлення від блока живлення. Якщо напруга від блока живлення відсутня, заряд зупиниться, на

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дисплей виведеться попередження, і час простою буде записаний. Коли напруга повернеться, заряд буде продовжений, а час простою буде віднятий від загального часу заряду.

Внесені покращення до функції вимірювання опору Акб, щоб значення максимального пускового струму розраховувалося більш точніше. Особливо коректно працює з лампою потужністю 55 Вт або резистором з опором 3 Ом.

Внесені корективи до функції «Заряду», щоб виправити значення спрацьовування захисту струму та напруги. До функції «Дозаряду» додана затримка 10 секунд між перемиканнями струму.

Додано режим Осциляції до функції «Заряду». В режимі «Заряд», якщо струм впаде нижче значення "мінімальний" помноженого на 3 ( $0,18\text{A} * 3 = 0,54\text{A}$ ), то увімкнеться режим Осциляції. Струм буде періодично вимикатися та включатися до досягнення стабілізації напруги.

Додано функцію для розрахунку відсотка заряду акумулятора. Відсоток заряду розділяється на дві частини: перша частина від 1% до 50% відповідає заряду до досягнення напруги заряду, а друга частина від 51% до 100% відповідає заряду до зниження струму до мінімального значення. Для свинцево-кислотних акумуляторів максимальний рівень заряду становить 80% від звичайного заряду (до 14,7В). Результат відображається на дисплеї розміром 16\*2 на другому екрані, а на дисплеї розміром 20\*4 – на першому та другому екранах.

Також, виправлено помилку розрахунку струму екстреного відключення заряду у функціях заряду.

Одне з головних оновлень в меню "Системні параметри" ("!system param!") стосується налаштувань. Тепер можливо змінювати параметри зарядного пристрою, які спочатку визначені у скетчі у розділі "define", без необхідності знову прошивати Ардуіно. Для доступу до цих параметрів потрібно натиснути енкодер або кнопку "Пуск" три рази. Після зміни параметрів Ардуіно перезавантажиться, хоча краще всього вимкнути живлення та повторно його увімкнути.

### 3.3 Створення електричної схеми

Розробка плат включає створення електронної схеми, перетворення її в графічний формат і виготовлення фізичної печатної плати. Плата на рисунку є основою для монтажу електронних компонентів.

У процесі розробки печатної плати виконуються такі основні кроки:

1. Створення електричної схеми (рисунок 3.5), що описує взаємозв'язки та функціональні компоненти системи.
2. Розміщення компонентів на печатній платі відповідно до електричної схеми. Це враховує електричні зв'язки, теплову дисипацію та механічні обмеження.
3. Маршрутизація слідів для електричного з'єднання компонентів на печатній платі. Вона виконується з урахуванням електричних вимог, мінімізації перешкод та забезпечення оптимального сигнального інтегритету.
4. Створення файлів, які необхідні для виготовлення печатної плати. Ці файли містять інформацію про шари, сліди, отвори та інші елементи плати.
5. Виготовлення фізичної плати, яке включає фотолітографію, нанесення шарів, хімічне травлення, свердління отворів та інші операції. Це створює фізичну плату з необхідними слідами та контактами.
6. Монтаж електронних компонентів на печатну плату. Компоненти розміщуються на відповідних місцях і з'єднуються зі слідами за допомогою паяльного процесу.
7. Тестування плати для перевірки працездатності та відповідності вимогам.
8. Для розробки печатних плат використовується спеціальне програмне забезпечення, яке дозволяє створювати схеми, розміщувати компоненти та маршрутизувати сліди.
9. Отримані результати тестування дозволяють зробити висновки щодо якості розробленого зарядного пристрою та внести необхідні корективи для подальшого вдосконалення.





живлення для ноутбуків, діодні мостові трансформатори, різні імпульсні блоки живлення. Вибрати блок живлення з необхідним вихідним струмом.

Кожен додатковий модуль має свою функцію в програмному забезпеченні. Кожна функція також може бути включена або виключена в коді.

Транзисторами захисту також можна керувати з Arduino через додаткову оптопару.

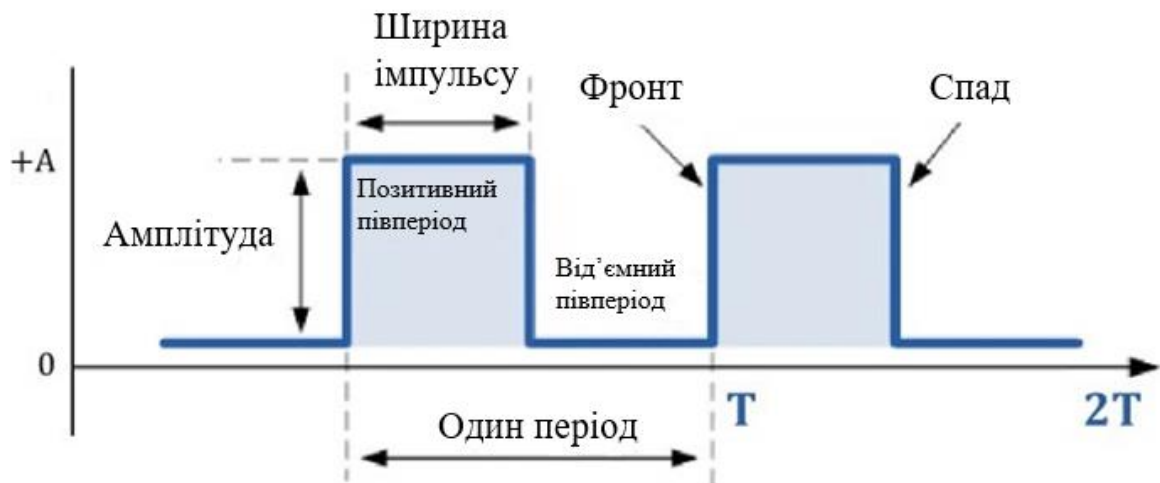


Рисунок 3.8 – Виправлений струм драйвером

Плагіни - це апаратні компоненти програми та відповідні їм функції керування.

Основним компонентами є.

- регулятор потужності Arduino на основі LM7812;
- INA226 для вимірювання напруги та струму;
- Кнопки управління та кодери;
- Блок живлення - зміна напруги та струму заряджання.
- Індикатор підключення батареї, індикатор живлення.

Додатки:

– Вимірювання вхідної напруги від джерела живлення є важливим компонентом. Вимірювання вхідної напруги від джерела живлення є важливим компонентом;

- Модулі захисту від короткого замикання та зворотної полярності: Захист дуже важливий, оскільки будь-хто може випадково переплутати позитивну і негативну полярність;
- Модуль розрядки - цикл розрядки/зарядки необхідний для розрядки акумулятора шляхом запуску різних алгоритмів зарядки та вимірювання внутрішнього опору акумулятора;
- Датчики температури - вмикають кулер у разі перевищення заданої температури та зменшують зарядний струм у разі перегріву схеми (високі зарядні струми спричиняють сильне нагрівання силових транзисторів, котушок і діодів Шотткі)
- Модуль керування радіатором - плавно змінює швидкість обертання радіатора;
- Динамік (шипіння) - забезпечує звукову індикацію поточного стану зарядного пристрою;
- Твердотільне реле - для автоматичного підключення та відключення зарядного пристрою до мережі 220 В.

Функція зарядки. Основні функції для заряджання та перезаряджання акумуляторів. Контроль напруги і струму (підтримувані функції), захист від перенапруги, перевантаження по струму і короткого замикання (підтримувані функції), контроль часу зарядки, підрахунок ампер-годин і ват-годин заряду. Інформаційний дисплей 16\*2 символів. Призупиняє або перериває зарядку і зберігає дані в пам'яті. Зарядка в режимі "осциляції" - якщо напруга досягає максимального значення (14,7 В), але струм нижче 1% від ємності, зарядка припиняється, напруга на акумуляторі починає падати і зарядка відновлюється, коли напруга стабілізується за цією схемою по колу. У режимі осцилюючого заряду не працює.

Монтаж компонентів на печатну плату – це фізичний процес розміщення і з'єднання електронних компонентів з платою. Цей етап відбувається після виготовлення плати і включає такі кроки:

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Підготовка компонентів: Компоненти, такі як резистори, конденсатори, мікросхеми та інші, підготовлюються до монтажу. Це може включати обрізання ніжок, згинання кілець на кінцях, вигинання пінів і т.д.

2. Підготовка плати: Печатна плата готується для монтажу компонентів. Це може включати очищення поверхні плати, нанесення паяльної пасти або флюсу, якщо необхідно.

3. Розміщення компонентів: Компоненти розташовуються на відповідних місцях на платі. Цей крок може вимагати використання спеціального обладнання, такого як монтажна машина або паяльна станція. Розміщення компонентів може бути виконано як вручну, так і за допомогою автоматизованого обладнання.

4. Паяння: Після розміщення компонентів вони паяються на плату. Це може включати використання хвильової паяльної печі, ручного паяльника або інших методів паяння в залежності від типу компонентів і вимог монтажного процесу.

5. Інспекція та контроль якості: Після паяння проводиться інспекція монтажу для перевірки правильності розміщення компонентів та якості паяння. Використовуються візуальні огляди, автоматичні оптичні системи або рентгенівський контроль, щоб виявити можливі дефекти.

### 3.4 Висновки до розділу

В цьому розділі було представлено програмно-апаратну реалізацію універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням. Описано процес розробки фірмвару, алгоритмів керування зарядом та інтерфейсу користувача. Також розглянуто апаратну реалізацію, включаючи вибір електронних компонентів, розробку печатних плат та монтаж компонентів. Оцінка пристрою для перевірки його функціональності та надійності. Отримані результати тестування дозволять зробити висновки щодо якості розробленого зарядного пристрою та внести необхідні корективи для подальшого вдосконалення.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було змодельовано, спроектовано та реалізовано універсальне зарядне з мікрокомп'ютерним керуванням.

Дослідження "універсального зарядного пристрою з мікрокомп'ютерним керуванням" має практичне значення в таких аспектах:

1. Забезпечення зручності та ефективності для користувачів: розроблений універсальний зарядний пристрій може заряджати різні пристрої з різними роз'ємами та стандартами заряджання. Це усуває необхідність в окремому зарядному пристрої для кожного пристрою, підвищуючи зручність користування та ефективність заряджання.

2. Забезпечення безпеки заряджання: безпека заряджання важлива для користувача і захищає обладнання від можливих негативних наслідків, як-от перевантаження, короткі замикання та перегрівання.

3. Підвищення енергоефективності: в рамках дослідження розробляються способи оптимізації енергоефективності процесу заряджання, що дає змогу знизити споживання енергії та підвищити ефективність заряджання. Це важливо з екологічної та економічної точок зору.

4. Сприяти стандартизації зарядних пристроїв: розроблений універсальний зарядний пристрій є основою для стандартизації зарядних пристроїв. Це підвищить зручність і сумісність різних пристроїв і сприятиме розвитку ринку зарядних пристроїв.

5. Надати можливості для подальших досліджень: результати цього дослідження можуть послужити основою для подальших досліджень і додатків.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Laiguo C. Lead exposure assessment from study near a lead-acid battery factory in China. *Science of the Total Environment*. 2018. Pp.191-198.
2. Функціональна блок-схема . URL: <https://www.makerfabs.com/desfile/files/XL4016-Datasheet.pdf> (дата звернення 05.02.2023).
3. Joey J., Zhang L., Zhang J. Lead-acid battery technologies: fundamentals, materials, and applications. *Crc Press*. 2018. Vol. 8. Pp. 105-107.
4. Rajeev A. Relativity and the lead-acid battery. *Physical Review Letters*. 2017. Pp. 22-24.
5. Prozorro. URL: <https://prozorro.gov.ua> (дата звернення: 09.02.2023).
6. Tian X. Management of used lead acid battery in China: Secondary lead industry progress, policies and problems. *Resources, conservation and recycling*. 2018. Pp. 75-84.
7. Piznayko. URL: <https://piznayko.in.ua/yak-pratsyuye-transformator> (дата звернення 11.02.2023)
8. Ballantyne D. Lead acid battery recycling for the twenty-first century. *Royal Society open science*. 2018. Pp. 171-173.
9. Zhang C. P. The performance of a soluble lead-acid flow battery and its comparison to a static lead-acid battery. *Energy Conversion and Management*. 2017. Pp. 391-398.
10. Zhi S. Spent lead-acid battery recycling in China—A review and sustainable analyses on mass flow of lead. *Waste Management*. 2017. Pp. 190-201.
11. Свинцово-кислотний акумулятор. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Свинцово-кислотний\\_аккумулятор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Свинцово-кислотний_аккумулятор) (дата звернення: 14.02.2023).
12. A time series model for estimating the generation of lead acid battery scrap. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-016-1121-3> (дата звернення:

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14.02.2023).

13. Badeda, J. Basics of lead–acid battery modelling and simulation. *Lead-acid batteries for future automobiles*. 2017. Pp. 463-507.

14. Abhishek J., Subhas C. The role of carbon in the negative plate of the lead–acid battery. *Journal of energy storage*. 2015. Pp. 15-21.

15. Hong B. Characterization of nano-lead-doped active carbon and its application in lead-acid battery. *Journal of power sources*. 2018. Pp. 332-341.

16. Акумулятор BOSCH (S4 004) 60Ah 540A R+ 0092S40040. URL: <https://start-oil.com.ua/ua/p1395575688-akkumulyator-bosch-004.html> (дата звернення: 14.02.2023).

17. Ud-Din K. S. Development of low concentrated solar photovoltaic system with lead acid battery as storage device. *Current Applied Physics*. 2020. Pp. 582-588.

18. Modeling domestic geographical transfers of toxic substances in WEEE: A case study of spent lead-acid batteries in China. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618320626> (дата звернення: 15.02.2023).

19. Як заряджати літій-полімерний акумулятор: нюанси і рекомендації. URL: <https://teslabatteries.kiev.ua/uk/yak-zaryadzhaty-litij-polimernyj-akumulyator-nyuansy-i-rekomendacziyi/> (дата звернення 16.02.2023).

20. Dufo-López R., Juan M. L.-R., José L. B.-A. Comparison of different lead–acid battery lifetime prediction models for use in simulation of stand-alone photovoltaic systems. *Applied Energy*. 2018. Pp. 242-253.

21. Comparison of different lead–acid battery lifetime prediction models for use in simulation of stand-alone photovoltaic systems. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261913009148> (дата звернення: 16.02.2023).

22. Swogger S. W. Discrete carbon nanotubes increase lead acid battery charge acceptance and performance. *Journal of power sources*. 2018. Pp. 55-63.

23. Акумуляторна батарея RUCELF LA 18650 2600mAh 3.7V. URL:

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://voltmarket.ua/ua/litievye-akkumulyatory/rucelf/la186502600mah37v> (дата звернення: 16.02.2023).

24. Простими словами про складні зарядні пристрої. URL: <https://modelistam.com.ua/ua/prostymi-slovami-slojnyh-zaryadnyh-ustroistvah-a-272/> (дата звернення: 17.02.2023).

25. Vahid E., Babak Ansari A., Torabi F. Simulation of lead-acid battery using model order reduction. *Journal of Power Sources*. 2019. Pp. 294-305.

26. Xi T. Environmental impact and economic assessment of secondary lead production: Comparison of main spent lead-acid battery recycling processes in China. *Journal of Cleaner Production*. 2017. Pp. 142-148.

27. Adafruit. URL: <https://www.adafruit.com/> (дата звернення: 18.02.2023).

28. Tung-Chou L., Chen L.-R. Research on the prediction of state-of-health (SOH) of starting-up battery of diesel engine." *2017 International Conference on Information, Communication and Engineering (ICICE)*. 2017. Pp. 33-36.

29. The performance of a soluble lead-acid flow battery and its comparison to a static lead-acid battery. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019689041100197X> (дата звернення: 19.02.2023).

30. Yunlong S. A multi-fault diagnosis method based on modified Sample Entropy for lithium-ion battery strings. *Journal of Power Sources*. 2020. Pp. 227-275.

31. Microchip Technology. URL: <https://www.microchip.com/> (дата звернення: 20.02.2023).

32. Badeda J. Basics of lead–acid battery modelling and simulation. *Lead-acid batteries for future automobiles*. 2017. Pp. 463-507.

33. Sandeep D., Pal Verma Y., Williams A. Techno-economic analysis of the lithium-ion and lead-acid battery in microgrid systems. *Energy Conversion and Management*. 2018. Pp. 122-142.

34. Comparison of different lead–acid battery lifetime prediction models for use in simulation of stand-alone photovoltaic systems. URL: <https://www.mdpi.com/2076->

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[3417/11/3/1099](#) (дата звернення: 21.02.2023).

35. Jindong L. Lead air battery: prototype design and mathematical modelling. *Journal of Energy Storage*. 2019. Pp. 10-18.

36. Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/> (дата звернення: 22.02.2023).

37. Dost P., Moritz M., Sourkounis C. Impact of lead-acid based battery design variations on a model used for a battery management system. 2018. Pp. 58-60.

38. ON Semiconductor - Power Solutions. URL: <https://www.onsemi.com/power-solutions> (дата звернення: 22.03.2023).

39. Tao W. Flexible compensation strategy for voltage source converter under unbalanced and harmonic condition based on a hybrid virtual impedance method. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2017. Pp. 756-773.

40. Texas Instruments. URL: <https://www.ti.com/> (дата звернення: 23.02.2023).

41. Power Electronics News. URL: <https://www.powerelectronicsnews.com/> (дата звернення: 24.02.2023).

42. Electronics Hub. URL: <https://www.electronicshub.org/> (дата звернення: 25.02.2023).

43. Yaowei H. A configurable virtual impedance method for grid-connected virtual synchronous generator to improve the quality of output current. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*. 2019. Pp. 204-219.

44. Jing L. Assessing high-order harmonic resonance in locomotive-network based on the impedance method. *IEEE Access*. 2019. Pp. 619-631.

45. All About Circuits. URL: <https://www.allaboutcircuits.com/> (дата звернення: 26.02.2023).

46. Wangxin H., Jaber A. A. Q. An online battery impedance measurement method using DC–DC power converter control. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 2018. Pp. 587-595.

47. EE Times. URL: <https://www.eetimes.com/> (дата звернення: 26.02.2023).

48. Abdallah B. Cycling performances and failure modes for AGM and standard flooded lead acid batteries under partial state of charge mode. *Journal of energy*

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

engineering. 2019. Pp. 40-47.

49. Battery University. <https://batteryuniversity.com/> (дата звернення: 27.02.2023).

50. Sang-Hun S. Simple and effective modification of absorbed glass mat separator through atmospheric plasma treatment for practical use in AGM lead-acid battery applications. *Journal of Energy Storage*. 2020. Pp. 87-90.

51. Hackaday. URL: <https://hackaday.io/> (дата звернення: 28.02.2023).

52. Instructables. URL: <https://www.instructables.com/> (дата звернення: 28.02.2023).

53. Mueller J. W. The regulation of steroid action by sulfation and desulfation. *Endocrine reviews*. 2017. Pp. 526-563.

54. Bedini E. A review of chemical methods for the selective sulfation and desulfation of polysaccharides. *Carbohydrate polymers*. 2017. Pp. 124-139.

55. IEEE Spectrum. URL: <https://spectrum.ieee.org/> (дата звернення: 01.03.2023).

56. Anupama S., Karandikar P. B. A broad review on desulfation of lead-acid battery for electric hybrid vehicle. *Microsystem Technologies*. 2017. Pp. 263-273.

57. GitHub. URL: <https://github.com/> (дата звернення: 02.03.2023).

58. Chmielewski A. Operational research of VRLA battery. *Conference on Automation*. 2018. Pp. 101-103.

59. Ka Lok M. Simulation and analysis of desulfator for smart battery system. *2018 International SoC Design Conference (ISOCC)*. 2018. Pp. 45-47.

60. Stack Exchange. URL: <https://electronics.stackexchange.com/> (дата звернення: 04.03.2023).

61. Embedded Lab. URL: <https://www.embedded-lab.com/> (дата звернення: 07.03.2023).

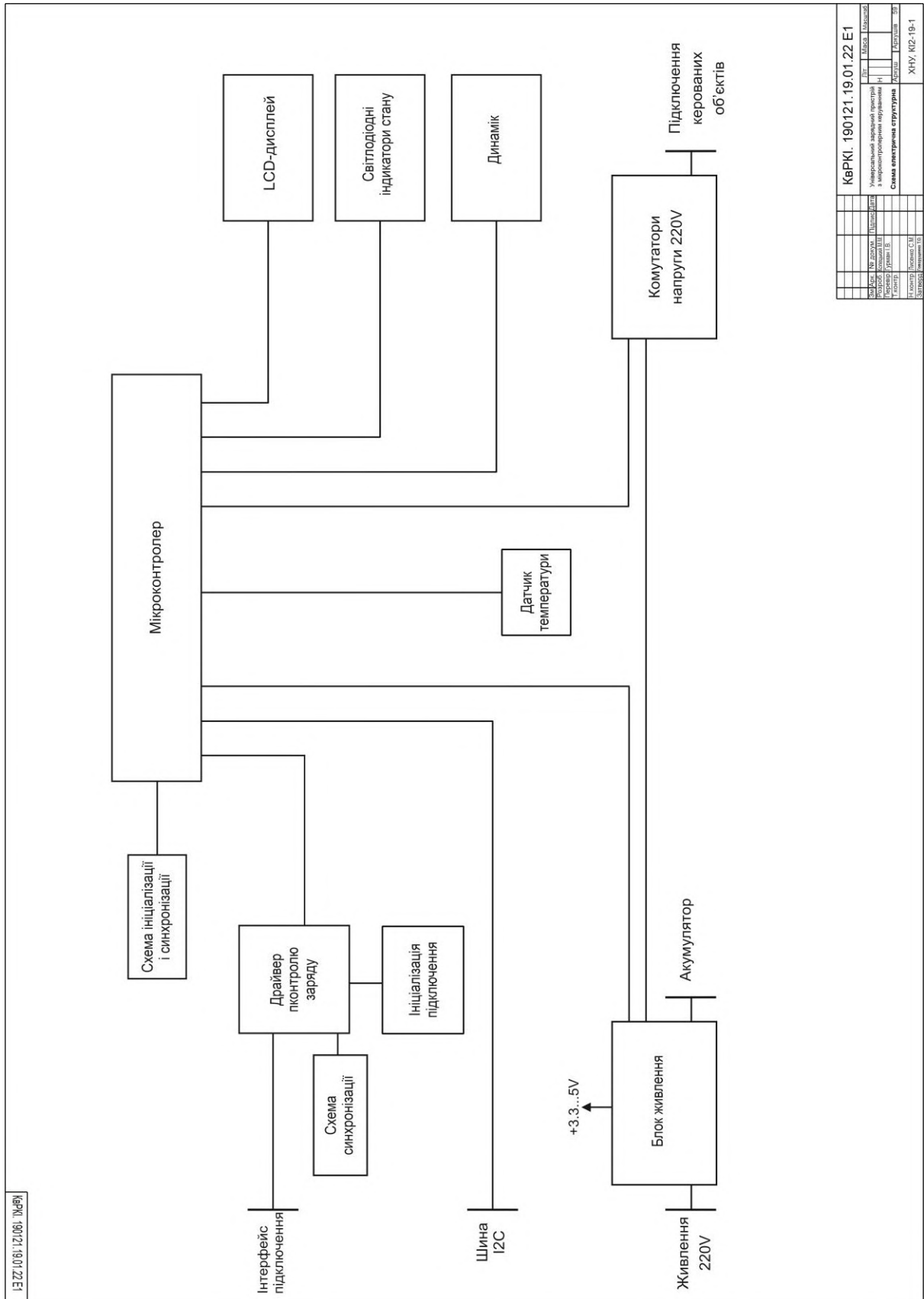
62. Chunyu H. A new desulfation process of spent lead paste via cyclic utilization of CO<sub>2</sub>-NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O. *Journal of Cleaner Production*. 2022. Pp. 131-133.

					КВРКІ 190121.19.01.22 ПЗ	Арк. 68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



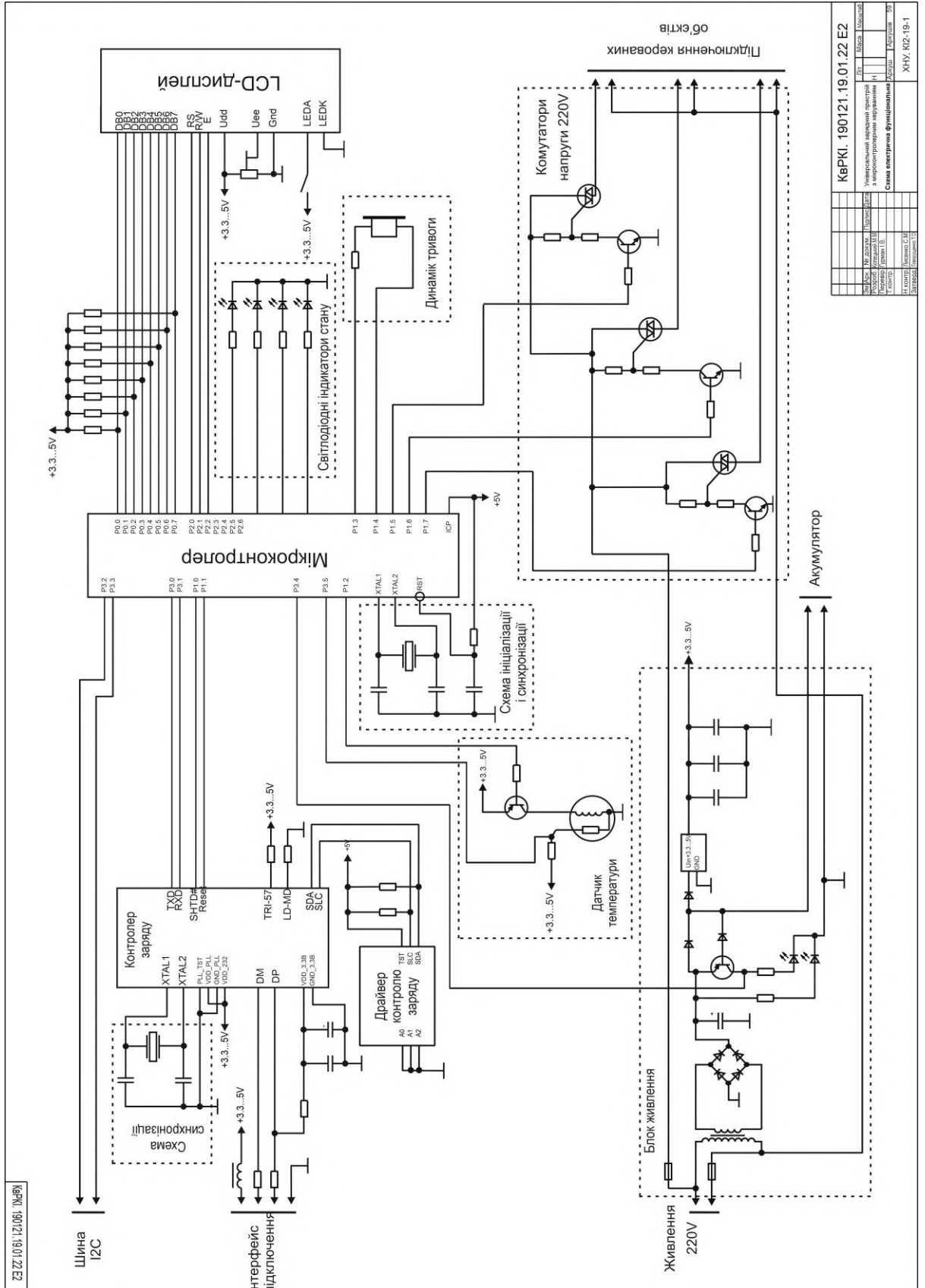
## Додаток Б (обов'язковий)

Копія креслення «Електрична структура зарядного пристрою»



## Додаток В (обов'язковий)

Копія креслення «Електрична функціональна схема»



КвРКІ.190121.19.01.22.E2

КвРКІ.190121.19.01.22.E2	
№ документа	Дата
№ розробки	Місяць
№ замовлення	Рік
Перевірив	М.П.
Проєктував	М.П.
Лист	Кількість
Інформація	Сторінка
Назва документа	Схема електрична Функціональна
Назва об'єкта	ЖНУ КІ2-19-1

## Додаток Г

Лістинг програмної реалізації зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням

Код програми:

```
#include "1_User_Setup.h"
#include "2_menu.h"
#include <FunctionLite.h>
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(ADDRDISP, DISPLAYx, DISPLAYy);
#if (SENSTEMP1 == 1)
#include <microDS18B20.h>
MicroDS18B20<PINTERM1> senstemp;
#endif
#if (SENSTEMP1 == 2 or SENSTEMP2 == 2)
#include <GyverNTC.h>
#endif
#if (SENSTEMP1 == 2)
GyverNTC therm1(PINTERM1, NTCR1, NTCB1, 25, NTCRS1);
#endif
#if (SENSTEMP2 == 2)
GyverNTC therm2(PINTERM2, NTCR2, NTCB2, 25, NTCRS2);
#endif
#include <EncButton2.h>
#if (ENCBUTT == 0)
EncButton2<EB_ENCBTN> enc(INPUT_PULLUP, ENC_S2, ENC_S1,
ENC_KL);
```

```

#elif (ENCBUTT == 1)
EncButton2<EB_BTN> OK(INPUT_PULLUP, PUSK);
EncButton2<EB_BTN> Minus(INPUT_PULLUP, MINUS);
EncButton2<EB_BTN> Plus(INPUT_PULLUP, PLUS);
EncButton2<EB_BTN> Stop(INPUT_PULLUP, STOP);
#elif (ENCBUTT == 2)
EncButton2<EB_ENCBTN> enc(INPUT_PULLUP, ENC_S2, ENC_S1,
ENC_KL);
EncButton2<EB_BTN> OK(INPUT_PULLUP, PUSK);
EncButton2<EB_BTN> Stop(INPUT_PULLUP, STOP);
#elif (ENCBUTT == 3)
EncButton2<EB_ENCBTN> enc(INPUT_PULLUP, ENC_S2, ENC_S1,
ENC_KL);
EncButton2<EB_BTN> OK(INPUT_PULLUP, PUSK);
EncButton2<EB_BTN> Minus(INPUT_PULLUP, MINUS);
EncButton2<EB_BTN> Plus(INPUT_PULLUP, PLUS);
EncButton2<EB_BTN> Stop(INPUT_PULLUP, STOP);
#endif
#include <TimerMs.h>
TimerMs disp(1000, 0, 0);
TimerMs light_disp(TIME_LIGHT * 60000, 1, 0);
#if (MCP4725DAC)
#include "MCP4725my.h"
MCP4725 dac(ADDR4725);
#endif
#if (VOLTIN == 1)
#include "ADCSred.h"
ADCSred vin(POWIN);
#endif

```

```

// 7 байт + 15 = 22 байт
struct Intls {
uint8_t GlobFlag;
uint8_t Ohms;
uint8_t profil;
uint16_t Vref;
uint16_t shunt;
uint8_t service[SETTINGS_AMOUNT];
} vkr;
} pam;
const char* names[] = {
"Ah ", // 0
"mOm ", // 1
};
#if (PROT)
pinMode_my(PROTECT, OUTPUT);
#endif
#if (SENSTEMP1 == 2)
pinMode_my(PINTERM1, INPUT);
#endif
#if (SENSTEMP2 == 2)
pinMode_my(PINTERM2, INPUT);
#endif
#if (VOLTIN == 1)
pinMode_my(POWIN, INPUT);
#endif
void loop() {
Menu1602();
Operations();
}

```

Ім'я користувача:  
Кафедра КІ

ID перевірки:  
1015435490

Дата перевірки:  
05.06.2023 15:31:14 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
05.06.2023 15:34:43 EEST

ID користувача:  
100005591

Назва документа: **Копецький\_Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням**

Кількість сторінок: 72 Кількість слів: 13409 Кількість символів: 104937 Розмір файлу: 6.43 MB ID файлу: 1015096723

## 1.36% Схожість

Найбільша схожість: 0.55% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011432032)

1.22% Джерела з Інтернету 84 ..... Сторінка 74

0.95% Джерела з Бібліотеки 113 ..... Сторінка 74

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Посилання 1 ..... Сторінка 74

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальне співпадіння з одним документом 0.0%**

**Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 8%**

ID: 114767 Назва: БКР Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням Додано в БД: 2023-06-05 Автора: М. М. Копецький Керівники: І. В. Гурман Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	96109	819	899 (1%)	15 (2%)

### Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Копецький Михайло Михайлович

Тема: Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 59

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є забезпечення універсальності режимів заряду, відновлення та регенерації популярних типів акумуляторів за допомогою реалізації універсального зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням. Розроблення пристрою надає можливість здійснювати регенеративні процеси у свинцево-кислотних акумуляторах, а також працювати із іншими типами батарей.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Кваліфікаційна робота відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження предметної області, здійснено аналіз літератури та наявних рішень в галузі зарядних пристроїв із мікроконтролерним керуванням, а також різних технологій акумуляторів та виконано постановку задачі дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено проектування зарядного пристрою з мікроконтролерним керуванням, а саме: розроблено alpha версію пристрою, описано принципи роботи пристрою; підбрано параметри електричного струму; спроектовано функціональну схему та драйвер контролю струму. В третьому розділі кваліфікаційної роботи спроектовано схеми розведення та друковані плати та виконано апаратну реалізацію beta версії на основі Arduino Nano v3.x. з мікроконтролером ATmega328p, а також здійснено програмну реалізацію алгоритму роботи пристрою із різними типами акумуляторів.

4. Позитивні сторони роботи: Універсальність зарядного пристрою.

5. Негативні сторони роботи: Недостатня увага реалізації схеми зарядного пристрою.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на достатньому технічному рівні.

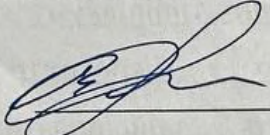
8. Інші зауваження: \_\_\_\_\_

9. Оцінка дипломної роботи: добре

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Дмухін

Володимир Михайлович, к.т.н. доцент кафедри  
кібербезпеки

"6" червня 2023 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КПС  
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Копецького Михайла Михайловича

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

02.06.2023

дата

  
підпис

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ**  
**КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**  
**ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

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

Назва: Універсальний зарядний пристрій з мікроконтролерним керуванням

Автор: Копецький Михайло Михайлович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Гурман Іван Васильович к.т.н доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

**Підтвердження:**

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

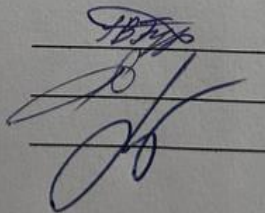
- 1) Запозичення, що виявлені в кваліфікаційній роботі відносяться до вмісту титульної сторінки та переліку джерел посилань

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 1.36% і адресується до 197 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КПС



І. В. Гурман

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко