

Хмельницький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Мікроконтролерний пристрій контролю стану  
свинцевих акумуляторних батарей з функцією десульфитації  
Назва теми

КвРКІ 180111.18.01.11 ПЗ  
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ-18-1

  
Підпис

В.Р.МОМОЧУК  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

В.М.СТЕПУК  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С. М. ЛИСЕНКО  
Ініціали, прізвище

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

  
Підпис

Т.О. ГОВОРУШЕНКО  
Ініціали, прізвище

« 16 » 06 2022 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Г.О. Говорушенко

11 " 01 2022 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Момотюку Володимиру Руслановичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проєкту (роботи) Мікроконтролерний пристрій контролю стану свинцевих акумуляторних батарей з функцією десульфитації

Керівник проєкту (роботи) Стецюк В.М., д.т.н.

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

Затверджена наказом ректора університету від 01.03.2022 р. № 18

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру 02.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Завдання на дипломне проєктування

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

Огляд існуючих систем для розв'язання завдання

Проектування системи та обґрунтування вибору методів та компонентів

Створення пристрою контролю стану свинцевих акумуляторної

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

Схеми з'єднань пристрою

Блок-схеми з'єднань системи

Графіки результатів тестування системи

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання « 11 » 01 2022 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)
1	Вибір напряму дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2022
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2022
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2022
4	Робота над розділом 2 – планування та обґрунтування вибору компонентів	01.04.2022
5	Робота над розділом 3 – реалізація мікроконтролерного пристрою контролю стану свинцевих акумуляторних батарей	30.04.2022
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	20.05.2022
7	Попередній захист ВКР	24.05.2022
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2022 року

Студент

Керівник проекту (роботи)

Підпис  
В.Р. Момотюк  
Ініціали, прізвище

Підпис  
В.М. Стецюк  
Ініціали, прізвище

№	Ф	Р	О	Р	М	А	Т	Познач
1								КвРКІ 180101
2								КвРКІ 180101
3								КвРКІ 180101
4								КвРКІ 180101
Зм	Арк	№ докум	Підпис					
Розробив		Момотюк						
Перевір.		Стецюк						
Н. контр.		Лисенко						
Затв.		Говорущенко						



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: Мікроконтролерний пристрій контролю стану свинцевих акумуляторних батарей з функцією десульфатації.

Автор роботи: Момотюк Володимир Русланович

Керівник роботи: Стецюк Василь Миколайович

Пояснювальна записка: 58 с., 33 рис., 7 табл., 4 дод., 34 джерел.

Графічна частина: 6 презентаційних слайдів.

### МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ, СВИНЦЕВІ АКУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ, ДЕСУЛЬФАЦІЯ.

Метою дослідження є створення системи моніторингу здоров'я шляхом вимірювання сульфатації за допомогою методу імпедансу для свинцево-кислотного акумулятора на основі мікроконтролера

Оскільки процес сульфатації диктує, як псується акумулятор, то подальші дослідження і в цій сфері буде проведено розслідування. Буде перевірено, як сульфатація впливає на продуктивність і ємність а свинцево-кислотний акумулятор в контрольованому стані.

Це дослідження не застосовує тестування в реальному житті сенс застосування життя в неконтрольованому стані.



Підпис студента

09.06.2022

Дата

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАННЯ .....	7
1.1 Загальні відомості про акумулятори .....	7
1.2 Типи акумуляторів .....	9
1.4 Будова AMG акумулятора.....	16
1.5 Акумулятори AGM.....	18
1.6 Висновки .....	21
2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДІВ ТА КОМПОНЕНТІВ .....	22
2.1 Алгоритм роботи пристрою контролю стану свинцевих акумуляторних батарей.....	22
2.2 Принцип десульфатації і сульфатації в свинцево-кислотних акумуляторах .....	24
2.3 Процес посилення .....	27
2.4 Теорема про дільник напруги. ....	28
2.5 Обґрунтування вибору компонентів для приладу контролю стану свинцевих акумуляторних батарей.....	30
2.5.1 Застосування атенюатора .....	30
2.5.2 РК-дисплей для системи.....	30
2.5.3 Принцип роботи мікроконтролера gizDuino .....	32
2.6 Алгоритм проведення тестування .....	34
2.7 Висновки .....	36
3 СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ СТАНУ СВИНЦЕВИХ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ.....	38

КвРКІ 180111.18.01.11 ПЗ								
Зм.	Арк	№докум.	Підпис	Дата	Мікроконтролерний пристрій контролю стану свинцевих акумуляторних батарей	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Момотюк В. Р.	<i>[Підпис]</i>				2	78
Перевір.		Стешок В. М.	<i>[Підпис]</i>	15.6.20				
Н.контр.		Лисенко С.М.	<i>[Підпис]</i>					
Затвер.		Говорущенко А.О.	<i>[Підпис]</i>					
						ХНУ, КІ-18-1		

3.2 Створення схема системи.....	41
3.3 Тестування роботи системи контролю.....	45
3.3.1 Випробування системи за допомогою пробного резистора .....	46
3.3.2 Статистичний метод Т-тесту.....	60
3.3.3 Тестування системи в неконтрольованому стані.....	61
3.4 Висновки .....	63
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЬ .....	66
ДОДАТОК А Копія креслення “Схеми з’єднань пристрою” .....	69
ДОДАТОК Б Копія креслення “Блок-схеми з’єднань системи” .....	70
Додаток В Копія креслення “Графіки результатів тестування системи”.....	71
ДОДАТОК Г Лістинг коду .....	72

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

AGM – Absorbitive Glass Mat

РКД – Радіокристалічний дисплей(РК)

VRLA (valve regulated lead–acid)

TFT - тонкоплівковий транзистор

DSTN - Dual Super Twisted Nematic

CSTN - Super-twisted nematic display

ЕПТ - електронно-променева трубка

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

## ВСТУП

Акумулятор глибокого циклу – це свинцево-кислотний акумулятор, призначений для регулярного глибокого розряду використовує більшу частину своїх можливостей.

На відміну від цього, стартерні акумулятори (наприклад, більшість автомобільних акумуляторів).призначений для надання коротких, сильнострумових сплесків для частого запуску двигуна розряджаючи лише невелику частину своєї потужності.

Для цього використовуються свинцево-кислотні акумулятори глибокого циклу автономні сонячні та вітрові енергетичні системи, морські та промислові енергетичні системи.

Для дистанційного енергетичних систем, традиційна технологія свинцево-кислотних акумуляторів продовжує домінувати над іншими більш сучасні технології батареї - в основному за рахунок вартості, передбачуваної продуктивності і високої надійності.

Сонячні батареї і вітряні турбіни не завжди забезпечують достатній заряд і свинець кислотні банки піддаються сульфатації. Це відбувається всередині батареї, коли починає діяти електроліт розпадаються, а сірчана кислота розпадається, в результаті чого утворюються кристали. Минає час, ці кристали ростуть і тверднуть.

Оскільки кристали покривають свинцеві пластини, акумулятор втрачає ефективність, здатність накопичувати електроенергію, і загалом починає погіршуватися. У жаркому кліматі додаткові причини

Порушеннями є позитивний ріст сітки, позитивна корозія металу сітки, негативна усадка сітки, згинання пластин або втрата води. Позитивний ріст сітки та недозаряд, що спричиняє сульфатацію також викликають передчасні поломки. Приблизно 85% передчасного глибокого циклу та початку несправності батарей, які не заряджаються на регулярній основі, викликані накопиченням сульфатація.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Оскільки процес сульфатації диктує, як псується акумулятор, то подальші дослідження і в цій сфері буде проведено розслідування. Буде перевірено, як сульфатація впливає на продуктивність і ємність а свинцево-кислотний акумулятор в контрольованому стані.

Ці дослідження не застосовує тестування в реальному житті сенс застосування життя в неконтрольованому стані.

Основною метою дослідження є створення системи моніторингу здоров'я шляхом вимірювання сульфатації за допомогою методу імпедансу для свинцево-кислотного акумулятора на основі мікроконтролера

Мета :

1. калібрувати датчик імпедансу, який буде використовуватися виміряйте імпеданс/внутрішній опір батареї та виконайте формування сигналу;
2. інтегрувати датчик, мікроконтролер і РК-дисплей;
3. перевірити систему в а контрольоване середовище і неконтрольоване середовище;
4. надати базу даних, у якій стан працездатності батареї глибокого циклу записується через 12 годин.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

# 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАННЯ

## 1.1 Загальні відомості про акумулятори

Слово «акумулятор» із латинської мови перекладається, як «отримувач світла». Це значення точно показує сенс використання акумуляторів, адже він являє собою пристрій, який дозволяє збирати в собі енергію для її подальшого поточного використання.

Поява батареї просунуло у світі технічного машинобудування. Перші досліди, які показали можливість накопичення електрики, було проведено незабаром після відкриття. Це зробив італійський учений Вольт.

В 1801 відомий французький фізик Готро направляв струм через воду за допомогою платинових електродів. Перерваний водою струм може з'єднувати електроди та отримувати короткочасний електричний імпульс.

Інший дослідник, вчений Ріттер, провів такий самий експеримент, використовуючи замість платинових електродів електроди з різнокольорових металів. Він отримав перший накопичувальний елемент (якщо його можна назвати), тобто. елемент, що має здатність випромінювати запасене в ньому електрику.

Після Ріттера такий експеримент зміг поставити німецький військовий лікар Вільгельм Зінштеден. Він використовував свинцеві електроди та експериментував з ними у сірчаній кислоті. Коли через них проходив струм, Сінштеден зауважив, що струм зберігається доти, доки оксид свинцю повністю не розкладеться у тій же кислоті.

На даному етапі вчені вивчали це явище за допомогою різних експериментів, але не зробили жодних практичних висновків, але часи до створення батареї були майже біля входу до людського всесвіту.

Першими вченими, які спробували створити теорію, були Вольт, Маріані та Беклер, які мали право стверджувати, що робота батареї залежить від розкладання сольових розчинів на кислоти або основи струмом і що вони поєднуються, щоб дати новий струм. Однак ця «теорія» була спростована в 1926 експериментами Де

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

Раріво, одним з перших використовували підкислену воду в дослідженнях батарей.

Підкислена вода при впливі розпадається на два елементи і сам елемент обумовлений цим впливом для подальшої дії. Це твердження чудово довів Гроув, який створив свій знаменитий газовий акумулятор. Конструкція цього крана занурена в кислу воду дошки та оточена воднем та киснем із протилежних сторін. Але накопичення великої кількості енергії вимагало великої кількості ресурсів та займало багато місця.

Серйозну модернізацію провів німецький дослідник Гастон Планте, який у ході великої кількості експериментів виявив особливий тип батареї, що складається зі свинцевих пластин великої площі, що виділяють при зарядці кисень та рідину. покриті оксидами свинцю та подаються електричним струмом.

Планте взяв дві смужки свинцю, помістив між ними смужки тканини і обернув їх довкола круглої палиці. Отриманий пучок стягнули гумовими кільцями та помістили у ємність із підкисленою водою.

У разі багаторазової зарядки та розрядки такої батареї на поверхні пластин формувався активний активний шар, який безпосередньо брав участь у процесі та постачав елемент великою ємністю.

Однак велике використання великої кількості ресурсів для створення батареї Планте збільшило витрати на її розробку, тому ціна пішла на великий крок.

Наступні вдосконалення батареї від Каміля Фора надали батареї відтінку сучасності та були застосовані у 1880 році. Це були ґратчасті свинцеві пластини, оболонка яких була заповнена спеціальним матеріалом, точної інформації про який мені знайти не вдалося.

Це удосконалення скоротило витрати та використання ресурсів до бюджетного рівня та, зрештою, було недовгим процесом.

Наступні вдосконалення були зовсім інноваційними, але вони слідували формі ґратчастих пластин без принципової зміни структури батареї.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Паралельно розроблялися інші типи батарей, наприклад, батарея Лаланда, але це була ідеальною.

При проходженні струму через елемент Лаланд у зворотному напрямку відновлена мідь перетворюється на оксид міді, рідина відновлює свої властивості, і цинк осідає на цинковому електроді у вигляді сипучого матеріалу або порошку.

Остання обставина виключає використання елемента Лаланда як акумулятор, оскільки цинк, що осів на електроді, тримається ненадійно, легко відокремлюється від нього і не забезпечує хорошого контакту.

Великою перевагою цього елемента є мала вага на одиницю ємності, порівняно зі свинцево-кислотними батареями.

Багато дослідників та вчених, таких як Реньє, Сомелін, Даріус та багато інших, працювали над поліпшенням цієї батареї.

У 1901 році два вчені, Едісон і Юнгер, запатентували новий тип безсвинцевої батареї.

Сама батарея складається з двох пластин, що містять оксид оксиду та окис нікелю, обкатаних у 20% розчині їдкого натру з додаванням 0,5-1% їдкого літію.

До елементів Юнгера та Едісона пред'являються широкі вимоги щодо малої ваги та невибагливості акумуляторних батарей, оскільки їх можна використовувати у будь-якому режимі тривалої розрядки. Однак вони не змогли замінити свинцево-кислотні акумулятори через дивну ціну, малу ємність і напругу, яку вони виробляли не-ми.

В результаті залізо-нікелеві акумулятори зайняли чільне місце в портативних та мобільних пристроях, а свинцево-кислотні акумулятори стали широко застосовуватись у стаціонарних установках.

## 1.2 Типи акумуляторів

Акумулятор являє собою штучне джерело струму, що складається з позитивних і негативних електродів і електродів, дія якого лежить в основі електрохімічних систем.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						9
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Розрізняються лужні і свинцево-кислотні акумулятори.

Лужні акумулятори – це пристрої, в яких як електроліт використовується лужний розчин. За складом лужних речовин їх поділяють на такі види:

- 1) нікель-кадмієві;
- 2) нікель-залізні;
- 3) нікель-металогідридні;
- 4) нікель-цинкові;
- 5) срібно-цинкові;
- 6) срібно-кадмієві;
- 7) нікель-водневі;
- 8) літій-іоний;
- 9) літій-полімерні;
- 10) свинцево-кислотні.

Реангентами в нікель-кадмієвих акумуляторах служать гідроксид нікелю і кадмій. Нікель-кадмієві акумулятори зображено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Нікель-кадмієві акумулятори [1]

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10

Розрізняють три основні типи: негерметичні з пластинчастими та спеченими електродами та герметичні. Ці батареї використовують у шахтних електровозах, ліфтах, стаціонарних засобах зв'язку тощо.

У нікель-залізних акумуляторів замість кадмію використовують залізо. Акумулятори виготовляються в негерметичному стані через витік води. Вони дешевші за нікель-кадмієві, не містять токсичного кадмію, мають тривалий термін служби і відносно високу механічну цінність. З мінусів це високий саморозряд, низька енерго-віддача, непридатність для експлуатації за температури мінус 10 градусів Цельсія. Він використовується у більшості електромобілів та промислових ліфтів. Нікель-залізні батареї показані малюнку 1.2.



Рисунок 1.2 – Нікель-залізні акумулятори [1]

Питома ємність та енергія цих акумуляторів у 2 рази вища, ніж у нікель-кадмієвих акумуляторів. І вони не містять отруйного кадмію. Вони виробляються у герметичних циліндричних, призматичних та дискових формах. Вони використовуються для живлення портативних пристроїв та обладнання. Нікель-металогідридні акумулятори показані на малюнку 1.3.

Нікель-цинкові акумулятори – це лужні батареї, у яких цинк є негативним елементом. Вони відрізняються високою питомою потужністю, але через невелике джерело живлення не стали необхідністю для користувачів.



Рисунок 1.3 – Нікель-металогідридні акумулятори

Використовують нікель-цинкові акумулятори, що зображено на рисунку 1.4, так само як і металогідридних.



Рисунок 1.4 – Нікель-цинкові акумулятори [2]

Срібно-цинкові і срібно-кадмієві акумулятори мають високу енергію і потужність, малий саморозряд і дуже високу вартість. Вони виготовляються у вигляді призм та дисків та використовуються для живлення переносних приладів

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

та апаратів, а також застосовуються у військовій техніці. Срібно-цинкова батарея показана на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Срібно-цинковий акумулятор [1]

Характерні риси нікель-водневих акумуляторів є доволі цікавими, висока питома енергія й високим ресурсом, але значним саморозрядом і дуже високою ціною. Нікель-водневі акумулятори зображено на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Нікель-водневі акумулятори [1]

Вуглецевий матеріал використовується як негативний електрод в літій-іонних акумуляторах. Ці акумулятори відрізняються високою енергоємністю, високим ресурсом та здатністю працювати при низьких температурах. За високої

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

питомої енергії їх виробництво останніми роками збільшилося у кілька разів. Вони виробляються циліндричної та призматичної форми. Використовується у ноутбуках, смартфонах та інших портативних пристроях. Літій-іонні акумулятори показано на рис. 1.7.



Рисунок 1.7 – Літій-іонні акумулятори [1]

Анод у літій-полімерному акумуляторі є вуглецевим матеріалом. У порівнянні з літій-іонними акумуляторами вони споживають більше енергії і є безпечнішими. Використовується для живлення портативних пристроїв. Літій-полімерні акумулятори показані малюнку 1.8.



Рисунок 1.8 – Літій-полімерні акумулятори

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ

Арк

14

Реагентами в свинцевих акумуляторах є діоксид свинцю та свинець. Батареї використовуються в енергетиці в мобільних телефонах, автомобілях, станціях зв'язку та як аварійне джерело енергії. Свинцево-кислотні акумулятори показано на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Свинцево-кислотні акумулятори

### 1.3 Принцип дії свинцевого акумулятора.

Принцип роботи свинцево-кислотного акумулятора оснований на електрохімічних реакціях свинцю і діоксиду свинцю в одній суміші сірчаної кислоти. Схема даної роботи зображено на рисунку 1.10.

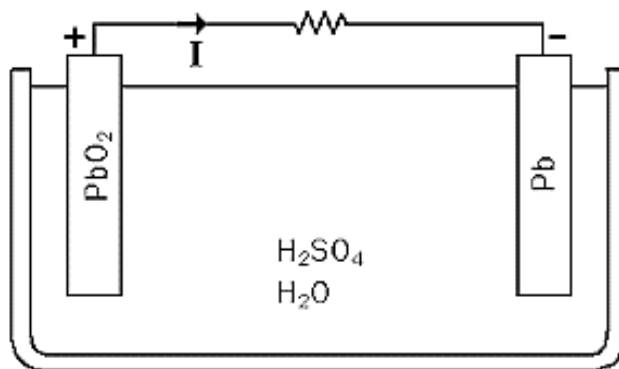


Рисунок 1.10 – Принцип роботи свинцево-кислотного акумулятора

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ

Арк

15

При підключенні до електродів зовнішнього навантаження акумуляторної батареї починається електрохімічна взаємодія між свинцем оксидом і сірчаною кислотою, при цьому металевий свинець окислюється до сульфату свинцю. Оксид свинцю відновлюється під час розряду. Існують зворотні реакції при зарядці.

Поки акумулятор заряджається, закінчується сульфат свинцю, після чого починається електроліз води.

При розрядженні акумулятора в результаті реакції виділяється вода та утворюється сульфат свинцю на пластинах обох типів. В результаті розведення розчину сірчаної кислоти водою концентрація та різниця потенціалів між клемми зменшуються. Оскільки сульфат свинцю має низьку провідність, внутрішній опір батареї збільшується. Електрохімічні реакції та тощо.

#### 1.4 Будова AMG акумулятора

Негативна та позитивна пластини сформовані на решітці 1, відлитій із свинцево-сурм'яного сплаву.

Сурма (4-5% у сплаві) підвищує корозійну стійкість сітки, підвищує її твердість та покращує плинність сплаву при литті. Однак при роботі батареї частина трубки з сіток позитивних пластин переходить на активну поверхню негативних пластин і електроліт, що викликає збільшення потенціалу негативної пластини і зменшення ЕРС батареї. З іншого боку, зниження ЕРС акумулятора при постійній напрузі генератора призводить до збільшення зарядного струму, збільшення газовиділення та збільшення витрати води.

Конструкція малообслуговуваних акумуляторів знижує відсоток сурми в мережі (до 1,5–2%), що уповільнює ці негативні процеси та значно збільшує час доливання води (не частіше ніж один раз на рік).

Класифікація свинцево-кислотних акумуляторів. Свинцево-кислотні акумулятори класифікують за такими ознаками:

1) за складом пластин:

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

- a) сурм'яні;
  - b) кальцієві;
  - c) гібридні.
- 2) за технологією виготовлення:
- a) акумулятори GEL;
  - b) акумулятори AGM.
- 3) за призначенням:
- a) танкові;
  - b) автотракторні;
  - c) мотоциклетні;
  - d) інші.
- 4) за можливістю обслуговування
- a) обслуговувані;
  - b) мало-обслуговувані;
  - c) необслуговувані.

Тому що чистий свинець занадто м'який, щоб витримувати механічні навантаження, що виникають під час експлуатації. Тому підвищення механічної міцності свинцю додають до 6% сурми.

Це, у свою чергу, створює ще одну проблему – випаровування води. Доданий до свинцевих ґрат, Сумра діє як каталізатор гідролізу води, недолік якого називається «варіння» (тобто споживання водню та кисню під час роботи), що призводить до необхідності частого поповнення запасів води.

Тому виробники шукали інші матеріали, які могли б збільшити міцність свинцевих ґрат. Кальцій був доданий до позитивних та негативних електродів на початку 1970-х років. Це знизило кипіння настільки, що виробники оголосили про створення так званих необслуговуваних акумуляторів.

Однак свинцево-кальцієві акумулятори виявилися не такими стійкими до циклування, що робить їх непридатними для живлення. Їм також потрібна більша зарядна напруга (14,8 згідно з дослідженнями GM).

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						17
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Сьогодні часто використовуються гібридні батареї. У таких батареях позитивні сітки виконані із свинцевого сплаву із трубкою, а негативні свинець із кальцієм.

Споживання води значно знижується, але також потрібні регулярні перевірки рівня. Гібридні акумулятори стійкіші до циклування, ніж свинцево-кальцієві, але гірше, ніж свинцево-сурм'яні. Як правило, в автомобілях з гібридними акумуляторами напруга реле регулятора (напруга зарядки) встановлено на 14,4, хоча більш високе значення 14,8 В у автомобілях GM не пошкодить гібридним акумуляторам.

### 1.5 Акумулятори AGM

У перекладі українською мовою аббревіатура AGM (absorbitive glass mat) перекладається як скловолокно. Ця розшифровка дозволяє зрозуміти ключовий принцип, що базується на конструкції акумулятора AGM, даний прилад зображено на рисунку 1.11.



Рисунок 1.11 – Акумулятор AGM

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		18

Між свинцевими електродами, плоскими або спіральними, роздільна тканина просякнута кислим електролітом. Мікропори в склопластику заповнені кислотним складом не повністю – це залишає вільне місце для рекомбінації газів, що виділяються при хімічній реакції свинцю із сірчаною кислотою. Основними перевагами AGM-акумуляторів є:

- 1) висока міцність, герметичність і вібростійкість;
- 2) відсутність ризику витікання та розбризкування електроліту;
- 3) довговічність;
- 4) відносно висока ємність акумуляторів, особливо для акумуляторів
- 5) конструкція спірального електрода;
- 6) низька ціна (порівняно з акумуляторами GEL-технології).

Процеси генерації струму при розрядженні акумулятора. Активними речовинами зарядженого акумуляторного вина, що у струмо-утворюючих процесах, є оксид свинцю  $PbO_2$  на позитивному електроді, губчастий свинець  $Pb$  на негативному електроді і електроліт - водний розчин сірчаної кислоти  $H_2SO_4$ .

Сірчана кислота є сильним електролітом. Він частково дисоціює на позитивні та негативні іони  $H^+$  та  $HSO_4^-$ . Двовалентні іони свинцю реагують з сульфат-іонами сірчаної кислоти, що призводить до утворення сульфату свинцю, який має дуже низьку розчинність у сірчанокиислому електроліті і осідає на поверхні негативного електрода.

Таким чином, у процесі розряду активна маса негативного електрода перетворюється з губчастого свинцю на сульфат свинцю. На позитивному електроді потенціал створюється внаслідок переходу чотиривалентних іонів свинцю  $Pb^{4+}$  з електроліту на поверхню електрода.

Оксид свинцю  $PbO_2$  дуже мало розчиняється в електроліті, утворюючи з водою хімічну сполуку  $Pb(OH)_4$ , гідрат оксиду свинцю, молекула якого розпадається в електроліті на чотиризарядний іон свинцю  $Pb^{4+}$  і чотири однозарядні гідроксильні іони  $4OH^-$ .

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						19
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Оскільки оксид свинцю має високий позитивний потенціал у розчині сірчаної кислоти, він вважається позитивною активною речовиною для свинцевих акумуляторів.

Чотирьох-валентні іони свинцю  $Pb^{4+}$  переходять на поверхню електрода, передаючи їй позитивний заряд, а негативні гідроксильні іони  $4OH$  залишаються в електроліті.

Таким чином, на межі між електродом та електролітом утворюється подвійний електричний шар. У цьому випадку електрод буде заряджений позитивно, а шар електроліту, що прилягає до нього, - негативно.

Концентрація чотиривалентних іонів свинцю залежить від густини електроліту. Чим вище щільність електроліту, тим вищий електродний потенціал.

При нормальній щільності електроліту ( $1,27 \text{ г/м}^3$ ) потенціал позитивного електрода в зарядженому стані становить приблизно  $1,68 \text{ В}$ . Якщо замкнути зовнішній ланцюг, то під дією ЕРС батареї в ньому потече електричний струм у напрямку від позитивного електрода до негативного. Електрони, накопичені на негативному електроді, тектимуть по зовнішньому ланцюгу у зворотному напрямку. Кожні два електрони, отримані від негативного електрода, відновлюють позитивний іон чотиривалентного свинцю до двовалентного іона свинцю  $Pb^{2+}$ , який переходить в електроліт і з'єднується з іоном  $(SO_4)^{2-}$  з утворенням молекули сульфату свинцю. Сульфат свинцю, що має малу розчинність, осаджується на поверхні позитивного електрода у вигляді дрібних кристалів. Одночасно з цим процесом гідроксильні іони ( $4OH$ ), що утворюються при розкладанні гідроксиду свинцю  $Pb(OH)_4$  на іони, взаємодіють із чотирма іонами водню ( $4H^+$ ) - продуктами дисоціації сірчаної кислоти, у результаті чого утворюється з чотирьох молекул води.

Отже, на кожні дві витрачені молекули сірчаної кислоти та дві молекули води знову утворюється чотири молекули води. Внаслідок цього щільність електроліту постійно зменшується в процесі розрядки акумулятора.

На негативному електроді у міру руху електронів до зовнішнього кільця свинець окислюється до двовалентних іонів  $Pb^{2+}$ . Ці іони свинцю переходять у

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		20

розчин сірчаної кислоти (електроліт) та взаємодіють з іонами  $(SO_4)^{2-}$  з утворенням сульфату свинцю, який осідає на поверхні негативного електрода.

### 1.6 Висновки

В першому розділі було досліджено загальні теоретичні відомості акумуляторів, визначено їх типи і підвиди, також було розписано принцип дії свинцево кислотного акумулятора.

Отже акумулятори поділяються на багато видів з своїми перевагами і недоліками.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		21

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДІВ ТА КОМПОНЕНТІВ

### 2.1 Алгоритм роботи пристрою контролю стану свинцевих акумуляторних батарей

Акумулятори глибокого циклу – це батареї, які розряджаються до 80% раз у раз і мають набагато товщі пластини. Оскільки глибокий цикл складається зі свинцевої кислоти, акумулятор схильний до сульфітації.

Коли відбувається сульфітація, вона утворює кристали, і батарея починає псуватися. Метою дослідження є моніторинг працездатності акумулятора глибокого циклу шляхом вимірювання сульфітації за допомогою методу імпедансу. Перший етап дослідження полягає у вимірюванні імпедансу батареї глибокого циклу, який буде використовуватися мікроконтролером для обчислення та відображення стану батареї.

Це дозволяє кінцевому користувачеві визначити стан акумулятора та вжити заходів, якщо акумулятор починає псуватися

Акумулятор глибокого циклу – це свинцево-кислотна батарея, призначена для регулярного глибокого розряду, використовуючи більшу частину своєї ємності. На відміну від цього, стартер-батареї (наприклад, більшість автомобільних) призначені для забезпечення коротких, струмових сплесків для запуску двигуна, таким чином часто розряджаючи лише невелику частину своєї ємності.

Свинцево-кислотні акумулятори глибокого циклу використовуються для автономних сонячних і вітрових енергетичних систем, морських та промислових енергетичних установок. Для систем віддаленого живлення традиційна технологія свинцево-кислотних акумуляторів продовжує домінувати над іншими більш сучасними технологіями акумуляторів – головним чином завдяки вартості, передбачуваній продуктивності та високій надійності.

Сонячні батареї та вітряні турбіни не завжди забезпечують достатній заряд, а свинцево-кислотні банки піддаються сульфітації. Це відбувається всередині

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

батареї, коли електроліт починає руйнуватися, а сірчана кислота розпадається, в результаті чого утворюються кристали.

З часом ці кристали ростуть і тверднуть. Оскільки кристали покривають свинцеві пластини, батарея втрачає ефективність, здатність накопичувати електроенергію і, як правило, починає псуватися.

У жаркому кліматі додатковими причинами відмови є позитивне зростання сітки, позитивна корозія металу сітки, негативна усадка сітки, вигин пластин або втрата води. Позитивне зростання мережі та недостатнє заряджання, що спричиняє сульфітацію, також викликають передчасні відмови. Приблизно 85% передчасних глибоких циклів і несправностей запуску акумуляторів, які не заряджаються на регулярній основі, пов'язані з накопиченням сульфітації.

Алгоритми, які пов'язують зміни імпедансу з конкретними режимами відмови, такими як сульфітація. Тільки два періодичних повністю насичених зарядів могли б вирішити проблему, але без електричної мережі в їх розпорядженні це майже неможливо.

Кілька компаній пропонують пристрої проти сульфітації, які подають імпульси на клеми акумулятора для запобігання та зворотного сульфітації. Такі технології, як правило, знижують сульфітацію на здоровій батареї, але вони не можуть ефективно змінити стан, коли він є.

Виробники, що пропонують ці пристрої, використовують єдиний підхід для всіх, а метод є ненауковим. Випадкова послуга пульсації або сліпого застосування надмірного заряду може зашкодити акумулятору, сприяти корозії мережі.

Оскільки процес сульфітації визначає, як батарея псується, подальші дослідження та дослідження будуть проведені в цій області. Існуюче дослідження було проведено лише випробування/експерименти щодо того, як сульфітація впливає на продуктивність і ємність свинцево-кислотного акумулятора в контрольованому стані.

У цьому прикладі тестування не застосовується в реальному житті, тобто в неконтрольованому стані. Основною метою дослідження є створення системи моніторингу здоров'я свинцево-кислотних акумуляторів на основі

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						23
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролера шляхом вимірювання сульфатації за допомогою методу імпедансу.

Конкретні цілі полягають у наступному:

- 1) калібрувати датчик імпедансу, який буде використовуватися для вимірювання імпедансу/внутрішнього опору батареї та виконання формування сигналу;
- 2) інтегрувати датчик, мікроконтролер та РК-дисплей;
- 3) тестувати систему в контрольованому та неконтрольованому середовищі;
- 4) надати базу даних, в якій стан батареї глибокого циклу записується за 12 годин.

Протягом усього терміну служби батареї вони можуть стежити за раптовими змінами в стані батареї.

Це спонукає обслуговуючого персоналу розглянути правильне збереження та практикувати кращий спосіб подовження. Дослідження зможе попередити кінцевого користувача, якщо батарея ось-ось зламається.

Пристрій буде реалізовано на сонячному вуличному освітленні, яке використовує акумулятор глибокого циклу. Дослідження не охоплює визначення точного часу, коли батарея виходить з ладу, але відсоток здоров'я відображається на дисплеї. У дослідженні розглядається лише сульфатація, яка є більш вираженою при погіршенні і не охоплює інші параметри, такі як висихання.

## 2.2 Принцип десульфатації і сульфатації в свинцево-кислотних акумуляторах

Надмірна сульфатація означає, що в активній речовині утворюється занадто багато сульфатів. Немає конкретного значення сульфатації. Щоб підтвердити, що свинцева батарея зазнала сульфатації, вона повинна мати такі фактори: втрата ємності, втрата напруги, збільшення внутрішнього опору та зниження концентрації сірчаної кислоти.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						24
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Це також означає перекристалізацію сульфату свинцю у форму який більше не є електро-активним або не може брати участь у процесі заряду-розряду. Останнє визначення сульфитації - це хімічний процес, за допомогою якого утворюються сульфати. Для них третє твердження найкраще визначає, що означає сульфитація. Інша заява Аластера Купера говорить, що сульфитація є поступовою кристалізацією матеріалу пластини батареї.

Він створив схему для 12-вольтового де сульфитного акумулятора, який має резонансну частоту. Схема застосовна тільки до батарей середнього розміру, наприклад, він використовує дві батареї гольф-кар для тестування. Ці батареї розряджені майже рік, їхній внутрішній опір високий, а струм, який може пройти, дуже низький. Рішення, яке він вигадав, полягало в тому, щоб використати старі сульфитовані блоки для роботи батареї. Резонансна частота зменшує необхідність змін вирівнювання.

Це було доведено в його тестуванні в його домашній системі, де сульфитована схема. Відповідно до книги під назвою «Сонячна енергія: поновлювані джерела енергії та навколишнє середовище», під час розряду утворюються дрібні кристали сульфату.

Сульфитація відбувається, коли на пластинах виростають великі кристали сульфату свинцю замість дрібних кристалів, які зазвичай присутні. Більші кристали збільшують внутрішній опір елемента, що призводить до меншого розряду та високої напруги заряду, таким чином знижуючи ефективність напруги. Сильно сульфитовану батарею важко перезарядити, і вона може остаточно пошкодитися в результаті розриву пластини через зростання кристалів. Сульфитація виникає, коли відбуваються коливання температури акумулятора. Сульфитація частково спричинена збільшенням розчинності сульфату свинцю при більш високих температурах електроліту. Дрібні кристали сульфату свинцю розчиняються під час високотемпературних періодів і повільно

Японська компанія під назвою Furukawa Battery розробила так званий засіб спостереження за станом батареї, за допомогою якого вони створюють графік із такими параметрами: вік, пов'язана ємність та коефіцієнт імпедансу. Це показує,

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		25

що збільшення імпедансу вказує на скорочення терміну служби батареї. Їхня система виглядає так: спочатку вони вимірюють напругу та температуру батареї, потім зібрані дані будуть аналізуватися їхніми датчиками на внутрішній опір, напругу та температуру. Після цього на їхньому локальному комп'ютері можна переглядати дисплей для моніторингу.. Співвідношення віку батареї та імпедансу Виходячи з таблиці даних BatteryCorp, внутрішній опір абсолютно нової батареї становить 5 мО для максимального струму заряду приблизно 40 ампер.

Внутрішній опір і струм короткого замикання при 77 F (25 C) Режими збою батареї крім сульфатації, в акумуляторі є багато режимів відмови.

Далі буде наведено деякі приклади таких режимів відмови. Втрата електроліту призводить до збільшення внутрішнього опору батареї. Додавання дистильованої води можна відновити, за винятком батарей VRLA. Розшарування електроліту означає втрату ємності.

Якщо перезаряджена батарея має газоподібний продукт реакції на своїх електродах, він буде служити для перемішування електроліту. Іншим є позитивна корозія сітки.

Суміш всередині батареї, якщо вона має позитивну корозію сітки. Основним рішенням цієї проблеми є підтримання швидкості корозії, оскільки при цьому кислотність електроліту знижується. Згідно з даними існує лише два фактори, які слід враховувати, щоб працездатність акумулятора була.

Перший - це сульфатація, а інший - висихання. Висихання означає відсутність води з VRLA (клапанно-регульованих свинцево-кислотних батарей). Оскільки в цій батареї відбувається перезарядка або перегрів, сепаратор втрачає свою здатність провідність. Цей режим збою непомітний, оскільки його ефект незначний, поки акумулятор не перестане працювати.

За даним методом сульфатація має два типи: м'яку сульфатацію та жорстку сульфатацію. Сульфат свинцю, як правило, утворюється у вигляді невеликих кристалів, то якщо його перезарядити, кристали повернуться до початкової форми. Цей тип сульфатації є м'яким, але підзарядка акумулятора все ще є варіантом.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						26
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Але якщо кристали вирости і підзарядка батареї більше не застосовується, то це називається жорсткою сульфитацією. Формування сигналу Формування сигналу – це маніпулювання аналоговим сигналом для використання в системі збору даних або керування.

Ці дані обробляються таким чином, щоб відповідати конкретним вимогам наступного етапу для подальшої обробки. Сигнали датчиків перевіряються та фільтруються для того, щоб відбулося аналого-цифрове перетворення (АЦП) і їх можна було зчитувати комп'ютеризованими пристроями.

Існують процеси, пов'язані з формуванням сигналу, а саме: посилення, ослаблення, ізоляція, фільтрація. Деякі застосування формування сигналу - це лінеаризація та компенсація холодного спаю.

### 2.3 Процес посилення

Процес посилення збільшує значення напруги, щоб відповідати діапазону АЦП, таким чином дозволяючи вимірювання та чутливість.

Протилежністю посилення є загасання. Замість збільшення напруги цей процес гарантує, що напруга зменшується до рівня діапазону АЦП. Цей тип процесу необхідний, якщо вимірювана напруга перевищує 10 В.

Ізоляція необхідна для передачі сигналу від джерела до вимірювального пристрою без фізичного підключення.

Існує два типи ізоляції: магнітна і оптична. Магнітна ізоляція може передбачати використання трансформаторів. Він перетворює сигнал з напруги в магнітне поле. З іншого боку, оптична ізоляція модулює сигнал до сигналу, кодованого світловим пропуском.

Один з процесами формування сигналу є фільтрація. Це найпоширеніший серед чотирьох. Він використовує фільтри нижніх частот для запобігання небажаних шумів у певному діапазоні частот. Це необхідно для запобігання поширення високочастотних сигналів.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		27

Одним із застосувань формування сигналу є лінеаризація. Це процес, коли він інтерпретує сигнал, вироблений датчиком.

Хоча він може використовувати формування сигналу, люди також можуть використовувати для цього програмне забезпечення. Поширеним прикладом лінеаризації є термопари. Це датчик, який потребує лінеаризації.

Іншим прикладом, який використовує формування сигналу, є компенсація холодного спаю. Вимірювання термопари використовує технологію компенсації холодного спаю для отримання більш точних результатів. Між термопарою і клемою вимірювального пристрою утворюється спай, який називається холодним спаєм. На цьому з'єднанні забезпечується температура для підвищення точності вимірювання.

У цій області також застосовується корекція. Акумулятор містить хімічні речовини, які, як вважають, виробляють електроенергію. Він широко використовується в різних пристроях, таких як годинники, стільникові телефони, спалахи, радіоприймачі та багато іншого. Прикладом використання батареї є джерело безперебійного живлення (ДБЖ). Щоразу, коли користувач відчуває збій живлення, батарея бере на себе відповідальність за забезпечення електроенергією ДБЖ. Будівельні блоки батареї - це електрохімічний елемент. Кожен з них складається з хімічних речовин і частин, необхідних для виробництва електричного струму. Акумулятор найкраще описати як групу з'єднаних елементів. Хоча більшість часу його називають одноклітинним.

#### 2.4 Теорема про дільник напруги.

Дільник напруги є найпростішим і найважливішим типом процесора напруги. Він використовує два резистори для створення напруги, яка є вхідним, поділеним на певний компонент. Його значення полягає в тому, що більшість електронних схем можна зрозуміти щодо подільників напруги. Нижче наведена принципова схема подільника напруги.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						28
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Припускаючи, що  $V_{in}$  генерується джерелом напруги. При отриманні  $V$  від  $V_{in}$  спочатку обчислюється струм за формулою 2.1(за законом Ома).

$$I = \frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)}. \quad (2.1).$$

Рисунок 2.1 зображено схему подільника напруги

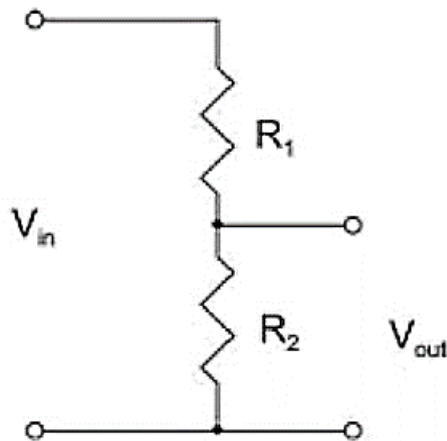


Рисунок 2.1 – Схема подільника напруги

Знову застосувавши закон Ома до  $R_2$ , ми отримуємо формулу 2.2.

$$V_{out} = I \cdot R_2. \quad (2.2)$$

Замінивши  $I$  з рівняння 2.1, отримуємо формулу 2.3.

$$V_{out} = \left( \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \right) V_{in}. \quad (2.3)$$

Датчик імпедансу Датчик імпедансу складається з вимірювача напруги та амперметра. Це буде служити вимірювальною складовою системи. Вимірюється вихідна напруга батареї глибокого циклу, а також струм, який вона виробляє.

Ці два показання дуже важливі, оскільки вони будуть основою всіх обчислень, які будуть виконуватися в мікроконтролері.

2.5 Обґрунтування вибору компонентів для приладу контролю стану свинцевих акумуляторних батарей

### 2.5.1 Застосування атенюатора

Атенюатори є пасивними пристроями. Їх зручно обговорювати разом з децибелами. Атенюатори послаблюють або ослаблюють вихід високого рівня генератора сигналів, наприклад, щоб забезпечити сигнал нижчого рівня для чогось на кшталт антенного входу чутливого радіоприймача.

Атенюатор може бути вбудований в генератор сигналів або бути автономним пристроєм. Він може забезпечити фіксовану або регульовану величину загасання. Секція атенюатора також може забезпечити ізоляцію між джерелом і проблемним навантаженням. Атенюатор з постійним імпедансом узгоджується з опором джерела  $Z_I$  та опором навантаження  $Z_O$ . Рисунок 2.6. Т-атенюатор і Рі-атенюатор У випадку автономного атенюатора його необхідно розмістити послідовно між джерелом сигналу і навантаженням, розірвавши шлях сигналу, як показано на малюнку вище.

Крім того, він повинен відповідати як опору джерела  $Z_I$ , так і імпедансу навантаження  $Z_O$ , забезпечуючи при цьому певну величину ослаблення.

У цьому розділі ми розглянемо лише особливий і найбільш поширений випадок, коли опір джерела і навантаження рівні. Не враховано в цьому розділі, неоднакові опори джерела та навантаження можуть бути узгоджені секцією атенюатора. Однак формулювання є більш складним. Рисунок 2.7. Атенюатори Т- і П-секцій.

### 2.5.2 РК-дисплей для системи

РК-дисплеї використовують два аркуші поляризаційного матеріалу з рідкокристалічним розчином між ними. Електричний струм, пропущений через рідину, змушує кристали вирівнюватися так, що світло не може проходити через них. Таким чином, кожен кристал схожий на затвор, який або пропускає світло,

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		30

або блокує світло. Монохромні РК-зображення зазвичай виглядають як сині або темно-сірі зображення на сірувато-білому фоні.

Кольорові РК-дисплеї використовують дві основні технології отримання кольору: пасивна матриця є менш дорогою з двох технологій. Інша технологія, яка називається тонкоплівковим транзистором (TFT) або активною матрицею, створює кольорові зображення, які є такими ж чіткими, як і традиційні ЕПТ-дисплеї, але ця технологія дорога.

Останні дисплеї з пасивною матрицею, що використовують нові технології CSTN і DSTN, створюють чіткі кольори, які конкурують з дисплеями з активною матрицею.

LCD – це технологія, яка використовується для дисплеїв у ноутбуках та інших невеликих комп'ютерах. Як і світлодіодні (LED) і газоплазмові технології, РК-дисплеї дозволяють дисплеям бути набагато тоншими, ніж технологія електронно-променевої трубки (ЕПТ).

РК-дисплеї (рідко-кристалічні дисплеї) споживають набагато менше енергії, ніж світлодіодні та газові дисплеї, оскільки вони працюють за принципом блокування світла, а не його випромінювання. Рідкокристалічний дисплей (РКД) — це тип дисплея, який використовується в портативних комп'ютерах, який споживає невелику електроенергію. У даному дослідженні буде використаний РК-дисплей 16 x 2, що зображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – РК-дисплей 16 x 2

РК-дисплей має 16 контактів, які складаються з контактів вибору реєстра, читання/запису, дозволу, даних, світлодіодного підсвічування, джерела живлення та контрастності дисплея.

Вхідна напруга РК-дисплея становить лише 5 В постійного струму. Мікроконтролерна система моніторингу здоров'я свинцево-кислотної батареї за допомогою вимірювання сульфитації за допомогою методу імпедансу Анотація Акумулятори глибокого циклу – це батареї, які розряджаються до 80% час від часу і мають набагато товщі пластини. Оскільки глибокий цикл складається зі свинцевої кислоти, акумулятор схильний до сульфатації. Коли відбувається сульфатація, вона утворює кристали, і батарея починає псуватися. Метою дослідження є моніторинг працездатності акумулятора глибокого циклу шляхом вимірювання сульфитації за допомогою методу імпедансу.

### 2.5.3 Принцип роботи мікроконтролера gizDuino

Мікроконтролер обчислює внутрішній опір батареї та пов'язує опір із загальним станом батареї.

Обчислені дані записуються в базу даних протягом 12 годин. Потім стан батареї відображається на РК-дисплеї, щоб користувач міг побачити стан батареї.

Апаратна блок-схема системи моніторингу працездатності батареї

Датчик імпедансу Мікроконтролер батареї глибокого циклу (Motolite Solar Master Deer Cycle Battery SM40) Стабілізатор сигналу РК-дисплей Вхід бази даних моніторинг стану батареї Вихід системи моніторингу стану

Після того, як необхідні вхідні дані, які включають показання напруги та струму, будуть отримані за допомогою датчиків, вони будуть проходити в системі формування сигналу, щоб мати прийнятні вхідні дані для мікроконтролера. До системи додається мікроконтролер для прийому умовних сигналів і виконання необхідних обчислень. Обчислені дані потім піддадуться статистичній обробці, щоб зв'язати дані зі станом здоров'я батареї. Стан працездатності акумулятора записується в базу даних, а потім відображається на РК-дисплеї як вихід.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						32
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Мікроконтролер — це компактний мікрокомп'ютер, призначений для керування роботою вбудованих систем у двигунах та різних електронних пристроях. Для створення системи використовуватимемо gizduino версії 4.1. Характеристиками мікроконтролера є ATmega328/328P з 32к флеш-пам'яттю і працює на частоті 16 МГц, він також має перемикач відключення послідовного RX-TX.

Специфікації мікроконтролера - це низька вхідна потужність, яка вимагає лише +5 В на USB і 8 В-12 В на зовнішньому живленні, +5 В на платі постійного струму. Gizduino – це плата мікроконтролера, сумісна з Arduino, виготовлена на Філіппінах.

Він розроблений та виготовлений виключно e-gizmo MechatronixCentral. Простіше кажучи, це версія Arduino e-gizmo. Тому він називається Gizduino, схема будови даного мікроконтролера версії 4.1 зображено на рисунку 2.3.

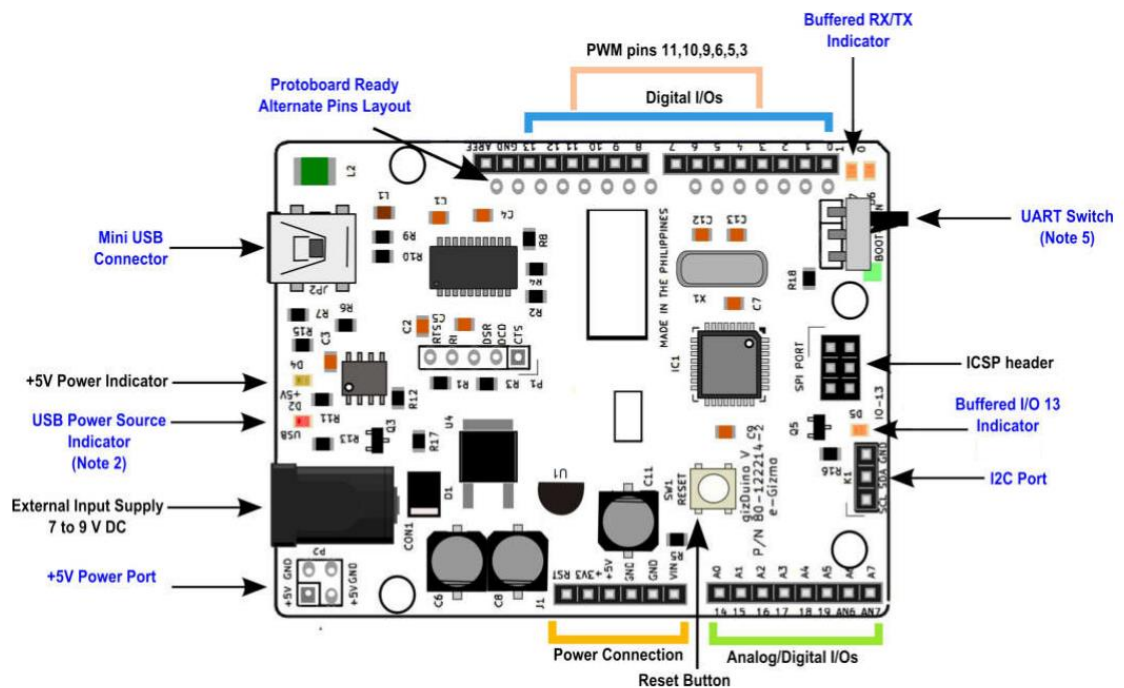


Рисунок 2.2 – Будова мікроконтролера gizduino 4.1

Всі функції, можливості, розведення та розмір плати оригінального Arduino повністю збігаються з Gizduino. Єдина істотна відмінність між Arduino та

GizDuino, за винятком написання, - це його ціна. Arduino коштує аж 34 долари США, а GizDuino —16 доларів США. Така величезна різниця.

Ще одна відмінність - драйвер USB. Arduino використовує чіп FTDI для свого USB-драйвера, а Gizduino використовує драйвер PL2303 Prolific.

Обидва є мультиплатформенними, тому насправді не має значення, який драйвер ми використовуємо, якщо ми встановлюємо правильний драйвер на нашому комп'ютері, який сумісний з операційною системою, яку ми використовуємо РК-дисплей.

Для створення системи дослідники використовували gizDuino версії 4.1. Характеристиками мікроконтролера є ATmega328/328P з 32к флеш-пам'яттю і працює на частоті 16 МГц, він також має послідовний перемикач відключення RX-TX. Специфікації мікроконтролера - це низька вхідна потужність, яка вимагає лише +5 В на USB і 8 В-12 В на зовнішньому живленні, +5 В на платі постійного струму. Дослідники ввели код у мікроконтролер, щоб отримати необхідні електричні параметри.

## 2.6 Алгоритм проведення тестування

Перший етап дослідження полягає у вимірюванні імпедансу батареї глибокого циклу, який буде використовуватися мікроконтролером для обчислення та відображення стану батареї.

Це дозволяє кінцевому користувачеві визначити стан акумулятора та вжити заходів, якщо акумулятор починає псуватися.

Ключові слова: глибокий цикл, свинцева кислота, сульфатація, імпеданс  
Вступ Акумулятор глибокого циклу – це свинцево-кислотна батарея, призначена для регулярного глибокого розряду, використовуючи більшу частину своєї ємності.

На відміну від цього, стартерні батареї (наприклад, більшість автомобільних) призначені для забезпечення коротких, сильнострумових сплесків

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						34
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

для запуску двигуна, таким чином часто розряджаючи лише невелику частину своєї ємності.

Свинцево-кислотні акумулятори глибокого циклу використовуються для автономних сонячних і вітрових енергетичних систем, морських та промислових енергетичних установок. Для систем віддаленого живлення традиційна технологія свинцево-кислотних акумуляторів продовжує домінувати над іншими більш сучасними технологіями акумуляторів – головним чином завдяки вартості, передбачуваній продуктивності та високій надійності.

Сонячні батареї та вітряні турбіни не завжди забезпечують достатній заряд, а свинцево-кислотні банки піддаються сульфатації.

Це відбувається всередині батареї, коли електроліт починає розпадатися, а сірчана кислота розпадається, в результаті чого утворюються кристали.

З часом ці кристали ростуть і тверднуть.

Оскільки кристали покривають свинцеві пластини, батарея втрачає ефективність, здатність накопичувати електроенергію і загалом починає псуватися.

У жаркому кліматі додатковими причинами відмови є позитивне зростання сітки, позитивна корозія металу сітки, негативна усадка сітки, вигин пластин або втрата води. Позитивне зростання мережі та недостатнє зарядження, що спричиняє сульфитацію, також викликають передчасні відмови.

Приблизно 85% передчасних глибоких циклів і несправностей запуску батарей, які не заряджаються на регулярній основі, пов'язані з накопиченням сульфитації..

Тільки періодичний повністю насичений заряд міг би вирішити проблему, але без електричної мережі в їх розпорядженні це майже неможливо. Кілька компаній пропонують пристрої проти сульфитації, які подають імпульси на клеми акумулятора для запобігання та зворотного сульфитації.

Такі технології, як правило, знижують сульфитацію на здоровій батареї, але вони не можуть ефективно змінити стан, коли він є. Виробники, що пропонують

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		35

ці пристрої, використовують єдиний підхід для всіх, а метод є ненауковим. Випадкова послуга пульсації або сліпого застосування надмірного заряду може зашкодити акумулятору, сприяти корозії мережі.

Оскільки процес сульфатації визначає, як батарея псується, то подальше дослідження буде проведено в цій області. Існуюче дослідження проводив лише щоб дізнатися щодо того, як сульфатація впливає на продуктивність і ємність свинцево-кислотного акумулятора в контрольованому стані.

У цьому прикладі тестування не застосовується в реальному житті, тобто в неконтрольованому стані.

Потік процесу системи моніторингу працездатності батареї Вимірювання імпедансу від батареї глибокого циклу через датчик обчислення та статистична обробка стану на основі показання імпедансу.

Обумовлення показання імпедансу. Запис обчислених даних у базу даних Передача показань імпедансу до мікроконтролера Відображення значень, обчислених мікроконтролером Рисунок 3.1.

Хід процесу системи моніторингу працездатності батареї На основі рисунка 3.1 система починає з вимірювання імпедансу/внутрішнього опору батареї. Щоб виміряти імпеданс, необхідно отримати напругу та струм.

Перед передачею напруги і струму його необхідно кондиціонувати, щоб мікроконтролер міг зчитувати параметри.

Атенюатор використовується для зниження вхідної напруги та струму, що надходять від акумулятора.

Напруга і струм від атенюатора передаються на мікроконтролер для зчитування та обробки даних.

Відповідно до закону Ома напруга дорівнює струму, помноженому на опір, за цим принципом опір можна отримати, поділивши

напруга батареї зі струмом, що протікає по колу.

## 2.7 Висновки

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		36

У даному розділі ми розглядаємо проектування алгоритму для створення пристрою, алгоритм дозволяє кінцевому користувачеві визначити стан акумулятора та вжити заходів, якщо акумулятор починає псуватися, також розглядаємо мікроконтролер з яким будемо працювати, і пишемо алгоритм проведення тестування.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		37

### 3 СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ СТАНУ СВИНЦЕВИХ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

#### 3.1 Процес моніторингу працездатності акумулятора

На основі малюнка 3.1 система починає з вимірювання імпедансу/внутрішнього опору батареї. Щоб виміряти імпеданс, необхідно отримати напругу та струм. Перед передачею напруги і струму його необхідно кондиціонувати, щоб мікроконтролер міг зчитувати параметри.

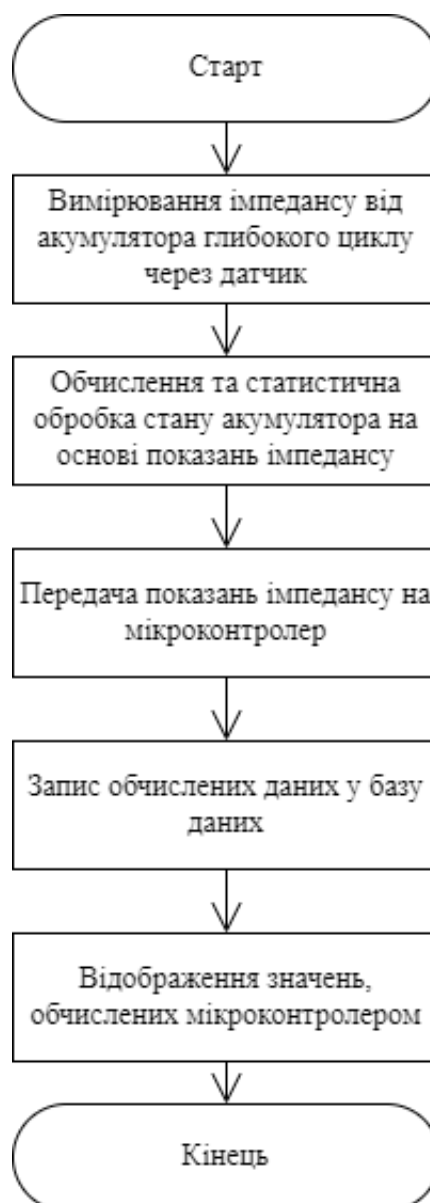


Рисунок 3.1 – Процес моніторингу працездатності акумулятора

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Атенюатор використовується для зниження вхідної напруги та струму, що надходять від акумулятора. Напруга і струм від атенюатора передаються на мікроконтролер для зчитування та обробки даних.

Відповідно до закону Ома напруга дорівнює струму, помноженому на опір, за допомогою цього принципу опір можна отримати, поділивши напругу батареї на струм, що протікає по колу. Мікроконтролер обчислює внутрішній опір батареї та пов'язує опір із загальним станом батареї. Обчислені дані записуються в базу даних протягом 12 годин. Потім стан батареї відображається на РК-дисплеї, щоб користувач міг побачити стан батареї.

На малюнку 3.2 показано, що всі необхідні джерела живлення надходять від акумулятора глибокого циклу.

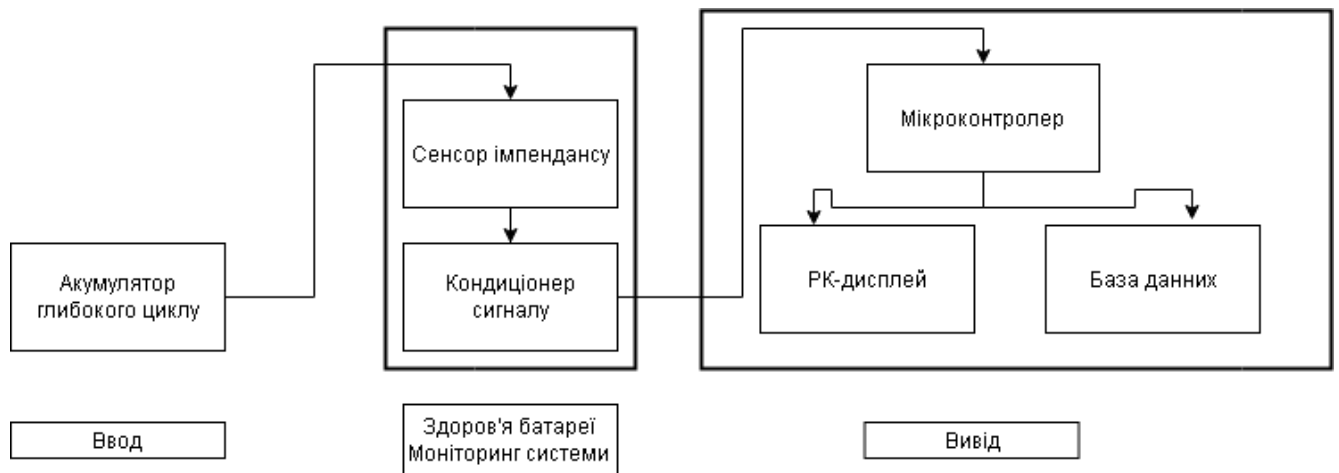


Рисунок 3.2 – Апаратна блок-схема системи моніторингу стану батареї

Після того, як необхідні вхідні дані, які включають показання напруги та струму, будуть отримані за допомогою датчиків, вони будуть проходити в системі формування сигналу, щоб мати прийнятні вхідні дані для мікроконтролера.

До системи додається мікроконтролер для прийому умовних сигналів і виконання необхідних обчислень. Обчислені дані потім піддадуться статистичній обробці, щоб зв'язати дані зі станом здоров'я батареї. Стан працездатності акумулятора записується в базу даних, а потім відображається на РК-дисплеї як вихід

КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ

Арк

40

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

### 3.2 Створення схема системи

Отримання характеристик акумуляторної батареї глибокого циклу Свинцево-кислотні батареї глибокого циклу широко використовуються в відновлюваних джерелах енергії та в системі резервного електропостачання. Є багато компаній, які продають свинцево-кислотні акумулятори глибокого циклу, тому важливо розуміти технології та інші фактори продуктивності, які впливають на загальну роботу та термін служби акумулятора.

Дослідники придбали набір ідентичних одиниць акумулятора глибокого циклу, який використовується для тестування. Набір батарей глибокого циклу проходить контрольований стан, коли вони будуть зазнавати штучно викликану сульфітацію.

З іншого боку, дослідники придбали набір використаних акумуляторів глибокого циклу, які використовуються для тестування в неконтрольованому стані. Акумуляторні батареї глибокого циклу є найпопулярнішим типом, що використовується сьогодні в системах відновлюваної енергії, і містять електроліт, який повністю занурює пластини батареї.

Налаштування датчика імпедансу Датчик імпедансу складається з вимірювача напруги та амперметра. Він служить вимірювальною складовою системи. Вимірюється вихідна напруга батареї глибокого циклу, а також струм, який вона виробляє. Ці два показання дуже важливі, оскільки вони є основою всіх обчислень, які повинні виконуватися в мікроконтролері.

Застосування атенюатора Після збору вимірювань датчиками отримані сигнали передаються в систему формування сигналу, яка складається з атенюатора та операційного підсилювача. Атенюатор очікує показання напруги, що надходить від вольтміра.

Після завершення вимірювання напруги сигнал обробляється атенюатором таким чином, що мікроконтролер може розпізнати як вхід. Атенюатор фактично є протилежністю підсилювача, він використовується, оскільки мікроконтролер здатний отримувати лише 0-5 вольт, а батарея глибокого циклу виробляє

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						41
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

приблизно 12 вольт. Застосування мікроконтролера. Мікроконтролер - це компактний мікрокомп'ютер, призначений для керування роботою вбудованих систем у двигунах та різних електронних пристроях.

На рисунку 3.3 показано, що робить мікроконтролер для обчислення та відображення результатів. Він починається з правильного підключення виходів до портів.



Рисунок 3.3 – Блок-схема роботи мікроконтролера

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

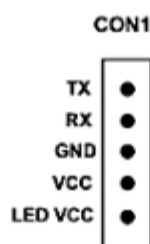
Компоненти gizduino Початок А Підключіть вихідну напругу до порту А0 на MCU. Обчислюйте опір ( $R=V/I$ ) Підключіть вихідний струм до порту А1 на MCU. Віднесіть опір до стану батареї Читання напруги та струму Відображення стану батареї на РК-дисплеї.

Використовуються порти А0 і А1, оскільки порти А0 і А1 сприймають аналоговий сигнал, оскільки напруга і струм вважаються аналоговими. Потім мікроконтролер зчитує параметри та перейде до обчислення, щоб отримати опір за формулою  $R=V/I$ , де  $R$  — опір,  $V$  — напруга, а  $I$  — струм. Мікроконтролер буде пов'язувати опір із працездатністю батареї та відображати вихід за допомогою РК-дисплея.

Дані про стан батареї записуються в базу даних карти пам'яті (іноді її називають флеш-картою або картою пам'яті) — це невеликий носій, який використовується для зберігання таких даних, як текст, зображення, аудіо та відео, для використання на невеликих, портативних або віддалених обчислювальних пристроях.

У роботі використана в карта пам'яті на 4 ГБ як сховище бази даних для запису обчислених даних. Вихід батареї за допомогою РК-дисплея Рідкокристалічний дисплей (РКД) — це тип дисплея, що використовується портативних комп'ютерів, який споживає невелику потужність.

Використовував РК-дисплей 16 x 2. РК-дисплей має 16 контактів, які складаються з контактів вибору регістра, читання/запису, увімкнення, даних, світлодіодного підсвічування, джерела живлення та контрастності дисплея. Вхідна напруга РК-дисплея становить лише 5 В постійного струму. РК-дисплей відображає стан батареї глибокого циклу як вихід. Рисунок 3.4. На РК-дисплеї присутні контакти



### Рисунок 3.4 – контакти присутні На РК-дисплеї

В таблиці 3.1 наведено детальний опис контактів РК-дисплея. Ідентифікатор контакту Опис 1 TX UART Serial Data Out 2 RX UART Serial Data In 3 GND Заземлення ланцюга 4 VCC +5V Power In 5 LED +5V LED Підвічена схематична схема модуля послідовного РК-дисплея

Таблиця 3.1 – Контакти РК-дисплея

Pin	ID	Опис
1	TX	UART Serial Data Out
2	RX	UART Serial Data In
3	GND	Circuit Ground
4	VCC	+5V Power In
5	LED	+5V LED Backlight supply

Отже, було створено діаграму підключення необхідних елементів для роботи системи, що зображено на рисунку 3.5.

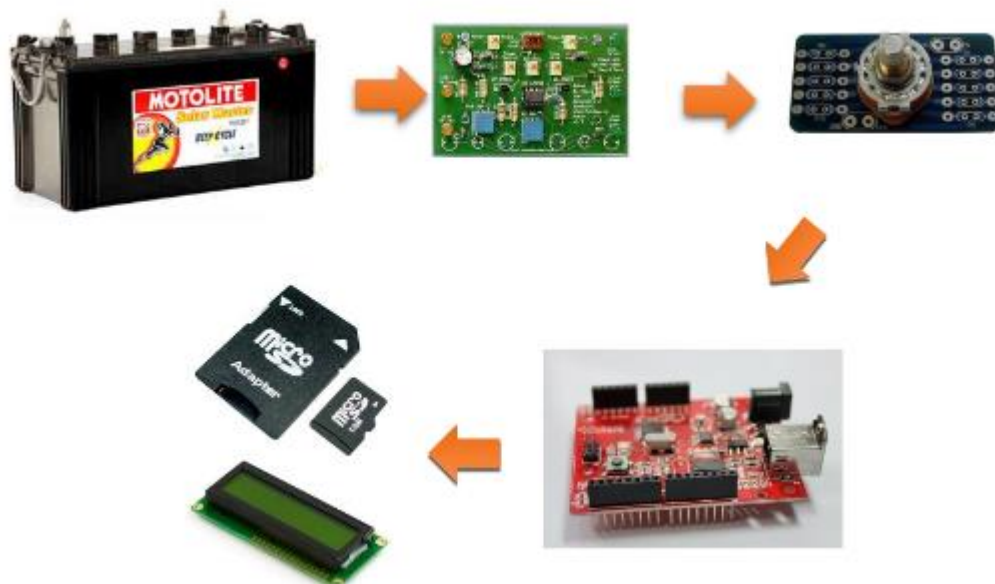


Рисунок 3.5 – Діаграма підключення елементів системи



імпеданс/внутрішній опір батареї. Акумулятор глибокого циклу зазвичай має імпеданс/внутрішній опір 5-15 міліом у абсолютно новому стані, тоді як міліом у розрядженому стані батареї. Єдиним вхідним сигналом для системи є напруга, що надходить від батареї, а також падіння напруги, коли в неї завантажується резистор.

Тому мета була отримати показання напруги джерела живлення за допомогою системи разом із цифровим мультиметром, а потім значення резистора, що навантажується, буде обчислено через дільник напруги.

Етапи калібрування системи:

1. Підключіть ряд резисторів до зовнішнього джерела живлення (0-18 В) таким чином, щоб резистор діяв як внутрішній опір джерела живлення.

2. Приєднайте щупи системи (прототипу) до резистора та до заземлення зовнішнього джерела живлення.

3. Виміряйте за допомогою цифрового мультиметра опір резистора, а також напругу зовнішнього джерела живлення. Ці показання будуть для ручних вимірювань.

4. За допомогою системи виміряйте напругу джерела живлення та підключений до нього опір. Система виведе вимірювання на РК-дисплей.

5. Повторіть кроки 3-4 з різними значеннями опору та напруги.

У таблиці 3.2 показано вимірювання цифрового мультиметра та системи на акумуляторі глибокого циклу. Дослідники почали з підключення резистора до джерела живлення, який діє як імпеданс/внутрішній опір батареї. Опір налаштовується на різні значення, а потім обчислені значення системи порівнюються з реальними значеннями, які дослідники отримують з цифрового мультиметра.

### 3.3.1 Випробування системи за допомогою пробного резистора

Ручне вимірювання напруги за допомогою цифрового мультиметра Ручне вимірювання опору за допомогою цифрового мультиметра (млОм, мΩ)

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		46

Вимірювання опору за допомогою системи (млОм, мΩ) Вимірювання напруги за допомогою системи вимірювання цифрового мультиметра та системи на акумуляторі глибокого циклу. Дослідники почали з підключення резистора до джерела живлення, який діє як імпеданс/внутрішній опір батареї.

Таблиця 3.2 – Тестування системи за допомогою резистора

Період	Ручне вимірювання опору за допомогою цифрового мультиметра ( milliohm, mΩ )	Вимірювання опору за допомогою системи ( milliohm, mΩ )	Вимірювання напруги за допомогою системи
1	0	0	8.62 v
2	7	9	10.94 v
3	16	19	11.78 v
4	31	37	12.37 v
5	62	66	14.01 v

Опір налаштовується на різні значення, а потім обчислені значення системи порівнюються з реальними значеннями, які дослідники отримують з цифрового мультиметра. 42 міліом, мΩ 34 Зчитування цифрового мультиметра проти системного зчитування Кількість випробувань системи DMM.

На рисунку 3.7 показано, що показання цифрового мультиметра збігалися з показаннями системи з різницею +/- 6.

Цей малюнок показує, що точність системи з точки зору імпедансу/внутрішнього опору спостерігається.

Тестування системи в контрольованому стані проведено тестування системи, використовуючи акумулятор глибокого циклу, який є реальним цільовим типом батареї в цьому дослідженні.

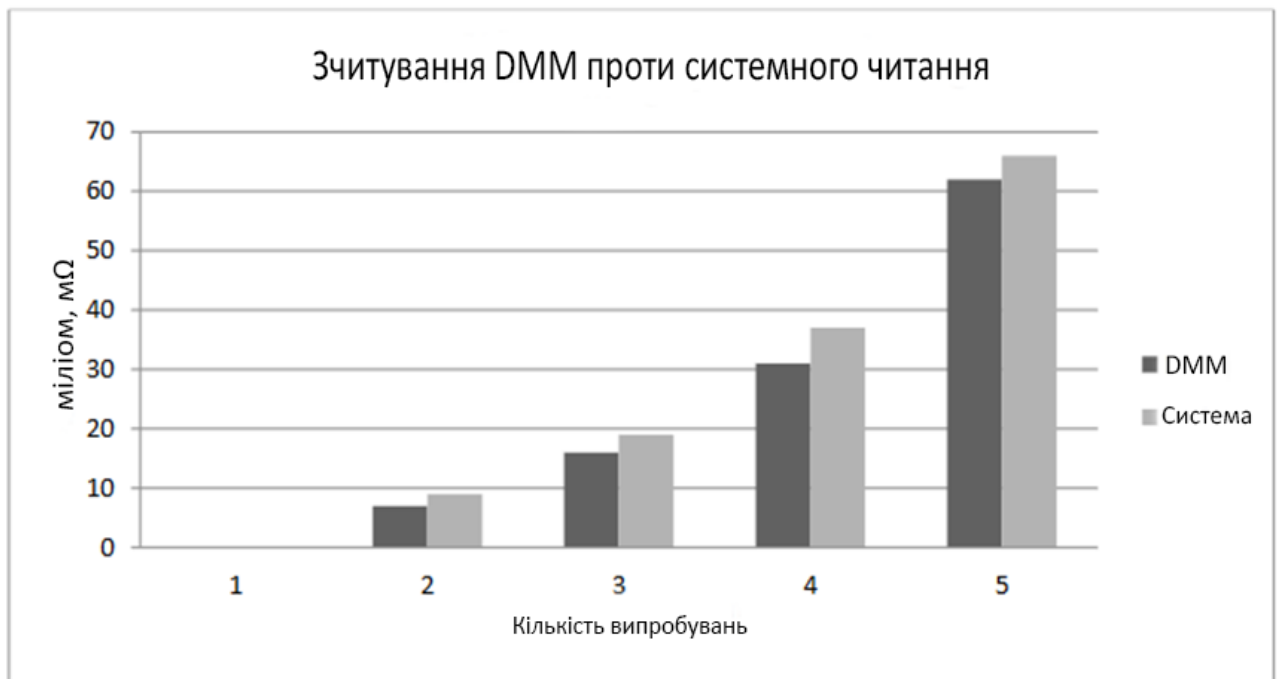


Рисунок 3.7 – Зчитування цифрового мультиметра проти зчитування системи

Контрольований стан, що означає, що ми повинні придбати нову батарею та застосувати штучно викликану сульфїтацію, піддавши батарею впливу високої температури. До цього часу я можу відстежувати, як імпеданс/внутрішній опір змінюється від абсолютно нового стану до розрядженого акумулятора.

Саморозряд прискорюється під впливом температури. При використанні або зберіганні батарей при температурі вище 25 С швидкість саморозряду подвоюється і різко збільшується сульфїтація при підвищенні температури на 10 С. Таким чином, сульфїтація не є величезною проблемою для свинцево-кислотних акумуляторів використовується, сидячи на полиці або в транспортному засобі, що зберігається, особливо при високій температурі. Насправді швидкість розряду подвоюється, як і сульфїтація, на кожні 10 С підйому вище кімнатної температури. Для 12-вольтових батарей зазвичай мають фіксовану напругу в діапазоні від 13,1 В постійного струму до 13,9 В постійного струму, виміряну при 26,7 С за допомогою цифрового вольтметра з точністю 0,5% або краще.

Етапи тестування в контрольованому стані

1. придбайте нову батарею та виміряйте її характеристики;

2. після вимірювання розрядіть і негайно зарядіть акумулятор, щоб перейти до наступного випробування;
3. повторюйте 2 до завершення проби 5;
4. викликати сульфітацію на батареї, підвищуючи кімнатну температуру до 45 с на 1 місяць і 1 тиждень;
5. виміряйте характеристики акумулятора, розрядіть і негайно зарядіть акумулятор, щоб перейти до наступного випробування;
6. повторюйте крок 5, доки не завершиться спроба 10;
7. викликати сульфітацію на батареї, підвищуючи кімнатну температуру до 45 градусів цельсія протягом 1 місяця і 1 тижня;
8. виміряйте характеристики акумулятора, розрядіть і негайно зарядіть акумулятор, щоб перейти до наступного випробування;
9. повторюйте крок 8, доки не завершиться спроба 15;
10. викликати сульфітацію на батареї, підвищивши кімнатну температуру до 45 с ще на 2 місяці та 2 тижні;
11. виміряйте характеристики акумулятора, розрядіть і негайно зарядіть акумулятор, щоб перейти до наступного випробування;
12. повторюйте крок 11, доки не завершиться спроба 20;
13. викликати сульфітацію на батареї, підвищивши кімнатну температуру до 45 с ще на 5 місяців;
14. виміряйте характеристики акумулятора, розрядіть і негайно зарядіть акумулятор, щоб перейти до наступного випробування 15;
15. повторюйте крок 14 до проби 25.

В таблиці 3.5 наведено дані тестування системи в контрольованому стані. На рисунках 3.8-3.21 показано різні порівняння значень з таблиці 3.5.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 3.5 – Тестування системи в контрольованому стані

Період	Відсоток штучно викликової сульфатції	Показання напруги на повній батареї (Вольти)	Низька напруга батареї (Вольти)	Час роботи навантаженням (Години)	(Фактичний час роботи)/ (Очікуваний час роботи)* 100	Фактичне показання імпедансу /внутрішній опір (мОм, мОм)	Стан (у відсотках, %)
1	0	12.74	11.6	1.53	100	9	100
2	0	12.70	11.64	1.52	99.35	10	99.73
3	0	12.68	11.61	1.5	98.04	10	98.37
4	0	12.68	11.61	1.48	96.73	10.4	97.19
5	0	12.65	11.62	1.48	96.73	10.4	97.05
6	25	12.65	11.63	1.19	77.78	13.4	80.56
7	25	12.65	11.67	1.15	75.16	14.95	78.92
8	25	12.65	11.65	1.13	73.86	15.0	76.03
9	25	12.64	11.67	1.09	71.24	15.44	74.22
10	25	12.63	11.62	1.00	65.36	15.90	70.82
11	50	12.63	11.65	.97	63.40	16.46	69.06
12	50	12.62	11.67	.85	55.56	16.83	60.43
13	50	12.60	11.63	.77	50.33	17.52	47.89
14	50	12.60	11.68	.73	47.71	17.90	50.41
15	50	12.59	11.6	.70	45.75	17.90	48.99
16	75	12.59	11.62	.45	29.41	18.30	33.15
17	75	12.59	11.68	.41	26.80	18.80	28.59
18	75	12.57	11.65	.34	22.22	18.83	20.51
19	75	12.57	11.69	.29	18.95	19.08	21.85

КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ

Арк

50

Зм. Арк. №докум. Підпис Дата

КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ

Арк

51

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

Кінець таблиці 3.5 – Тестування системи в контрольованому стані

Період	Відсоток штучно викликової сульфатації	Показання напруги на повній батареї (Вольти)	Низька напруга батареї (Вольти)	Час роботи навантаженням (Години)	(Фактичний час роботи)/ (Очікуваний час роботи)* 100	Фактичне показання імпедансу /внутрішній опір (мОм, мОм)	Стан (у відсотках, %)
19	75	12.57	11.69	.29	18.95	19.08	21.85
20	75	12.56	11.6	.22	14.38	19.21	18.74
21	100	12.54	11.62	.15	9.80	19.37	11.54
22	100	12.54	11.62	.10	6.53	19.38	4.98
23	100	12.54	11.67	.09	5.88	19.70	3.76
24	100	12.53	11.68	.07	4.58	20.03	0
25	100	12.53	11.63	.03	1.96	20.1	0

На рисунку 3.8 зображено графік повної напруги акумулятора при нульовій сульфатації. На ньому показано залежність напруги від кількості випробувань. Блакитна крива означає повну напругу акумулятора. Згідно отриманих значень під час тестування при кожному наступному випробуванні напруга знижується.

На рисунку 3.9 зображено графік навантаження у часі безперервної роботи при нульовій індукованій сульфатації. Показано залежність годин від кількості випробувань. Крива на графіку означає завантаження в режимі безперервної роботи. Згідно якої кількість часу знижується під час кожного випробування, але після четвертого залишається в сталому значенні.

На рисунку 3.10 зображено графік повної напруги акумулятора при 25% індукованої сульфатації, на якому показана залежність напруги від кількості випробувань. Крива на графіку означає завантаження в режимі безперервної

роботи. Лінія вказує що значення напруги стало, але після проведення восьмого випробування плавно знижується.

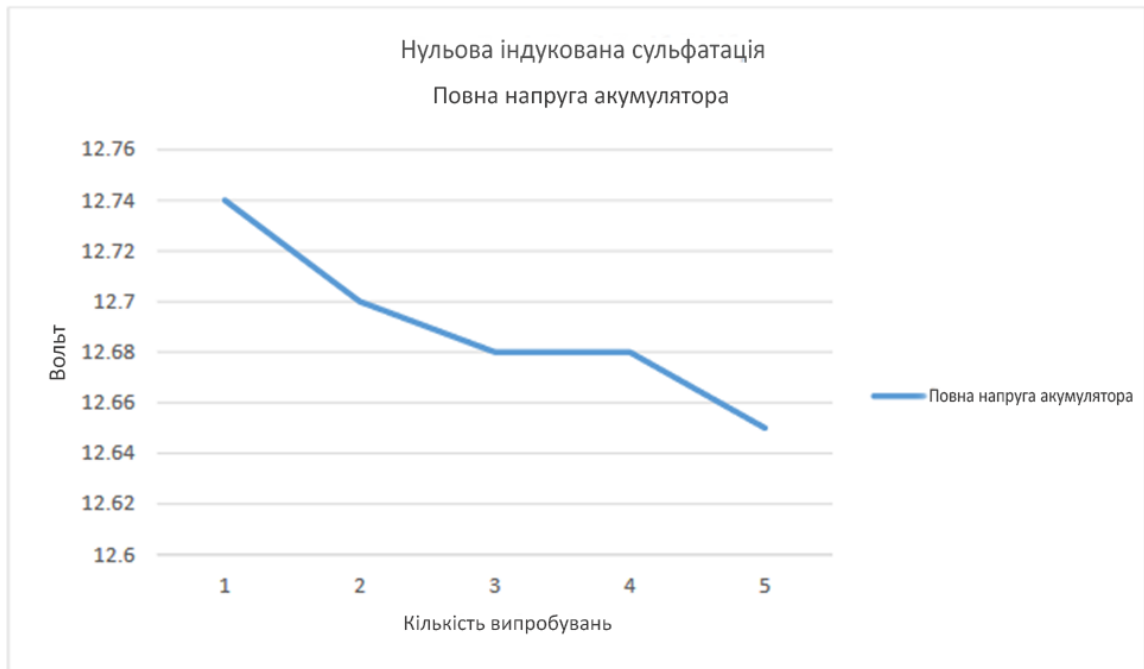


Рисунок 3.8 – Повна напруга акумулятора при нульовій сульфатації

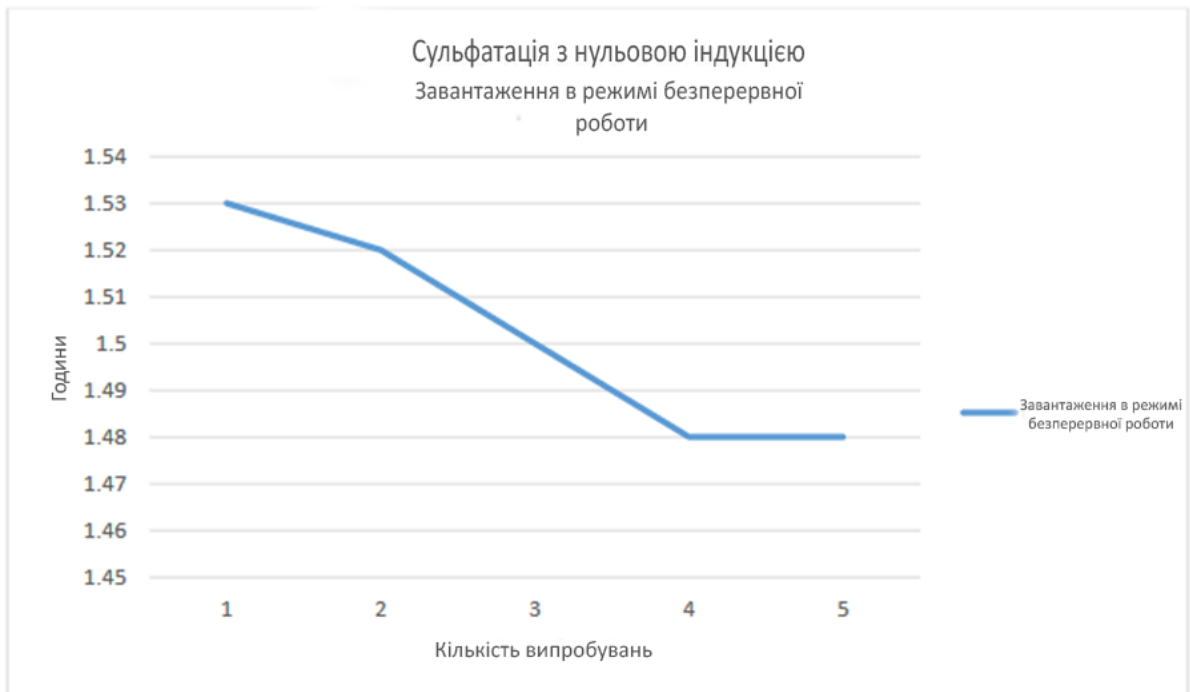


Рисунок 3.9 – Навантаження у часі безперервної роботи при нульовій індукваній сульфатації

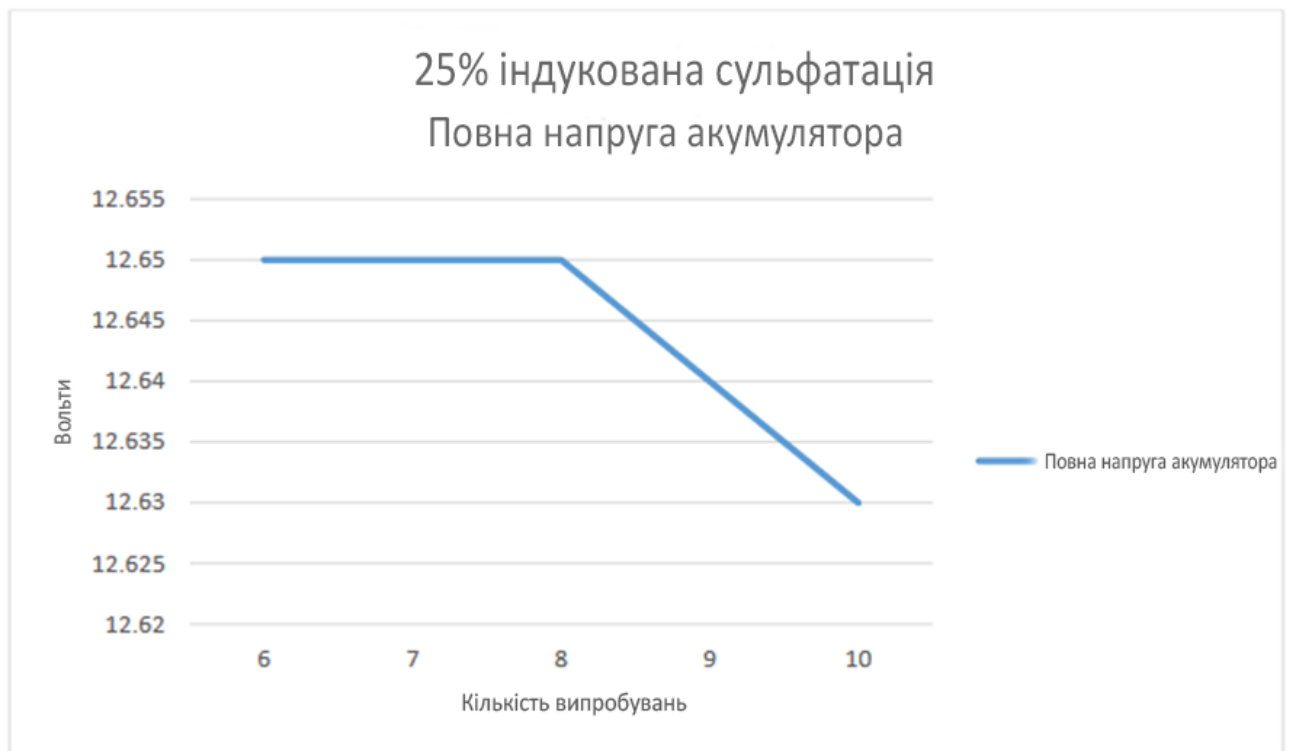


Рисунок 3.10 – Повна напруга акумулятора при 25% індукованої сульфатації

На рисунку 3.11 зображено графік навантаження на час безперервності при 25% індукованої сульфатації. На ньому показано залежність часу від кількості випробувань. Крива показує завантаження в режимі безперервної роботи. Під час кожного наступного випробування кількість годин зменшується.

На рисунку 3.12 зображено повну напругу акумулятора при 50%. Показано залежність Напруги від кількості випробувань. Блакитна крива показує повну напругу акумулятора. Під час кожного наступного випробування напруга зменшується, тільки в один момент залишалася стала, що і показано на графіку.

На рисунку 3.13 зображено навантаження в часі безперервної роботи при 50% індукованої сульфатації. Показує залежність часу від кількості випробувань. Крива означає завантаження в режимі безперервної роботи. Вона плавно опускається, що свідчить що під час кожного наступного випробування кількість годин зменшується.

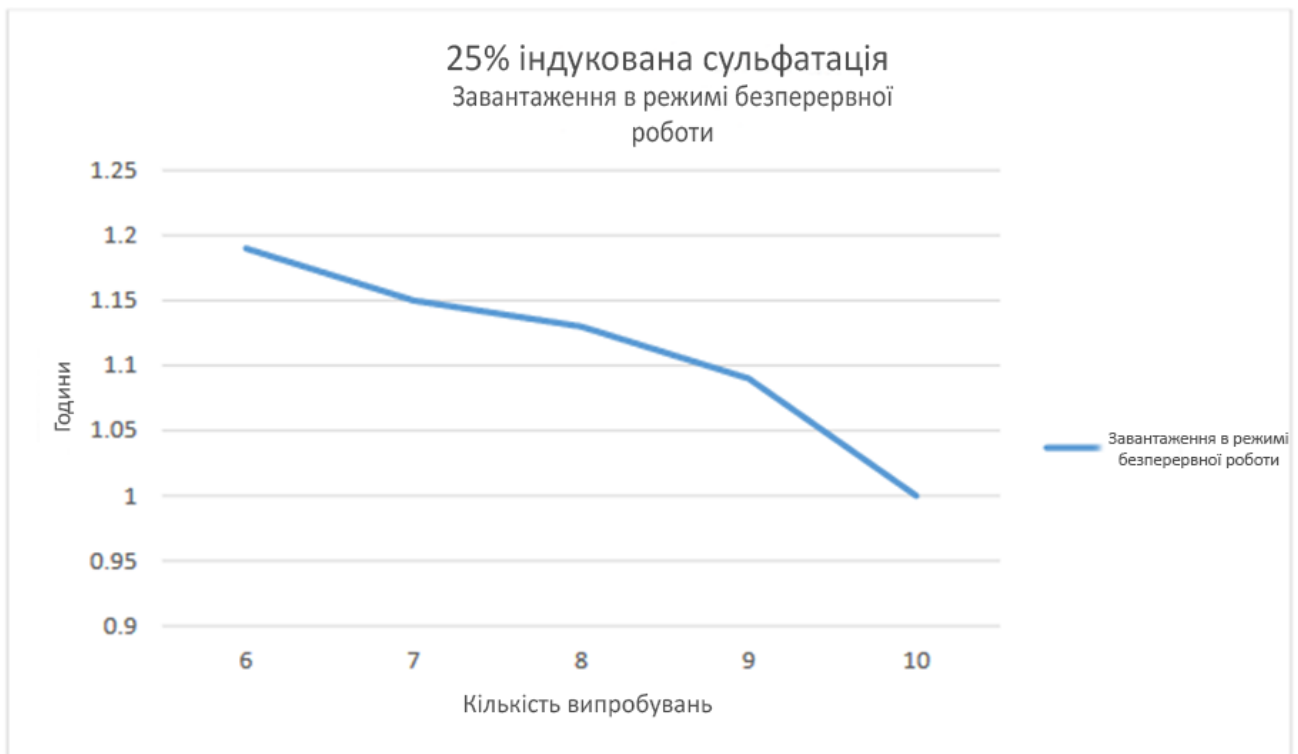


Рисунок 3.11 – Навантаження на час безперервності при 25% індукованої сульфатції

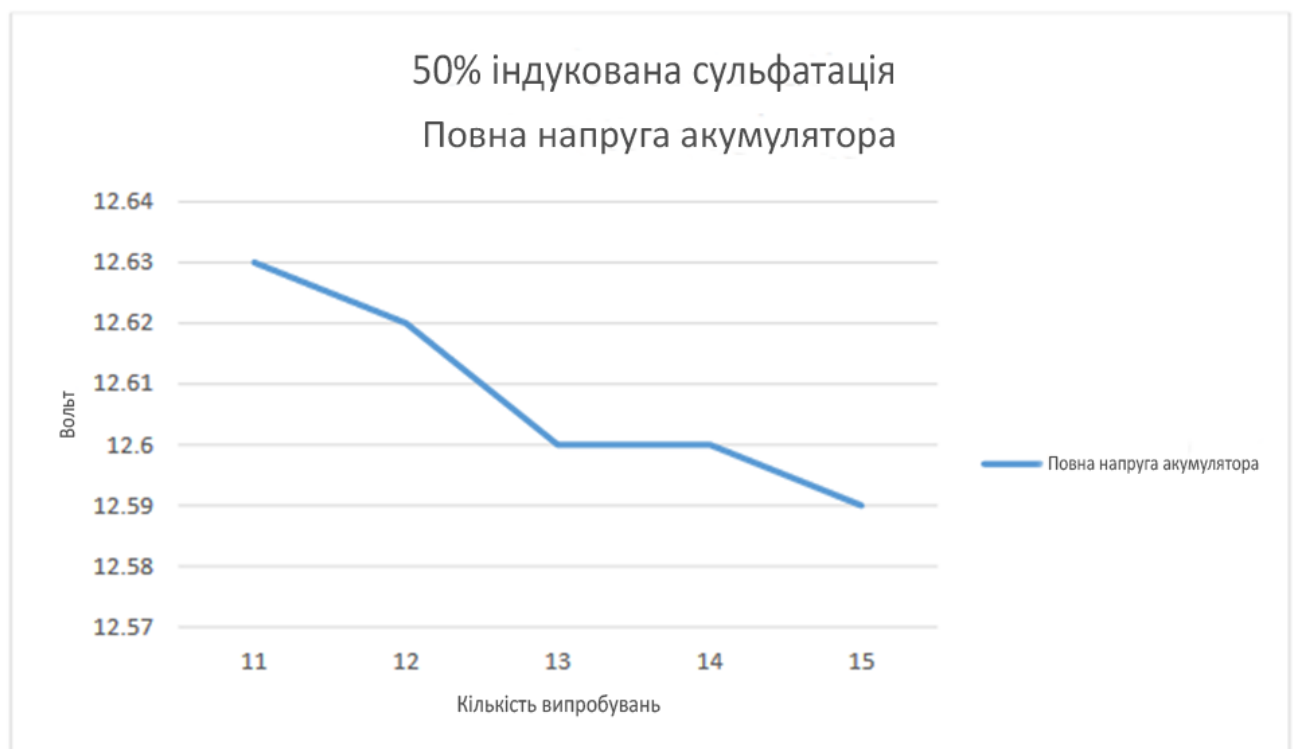


Рисунок 3.12 – Повна напруга акумулятора при 50%

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ

Арк

55

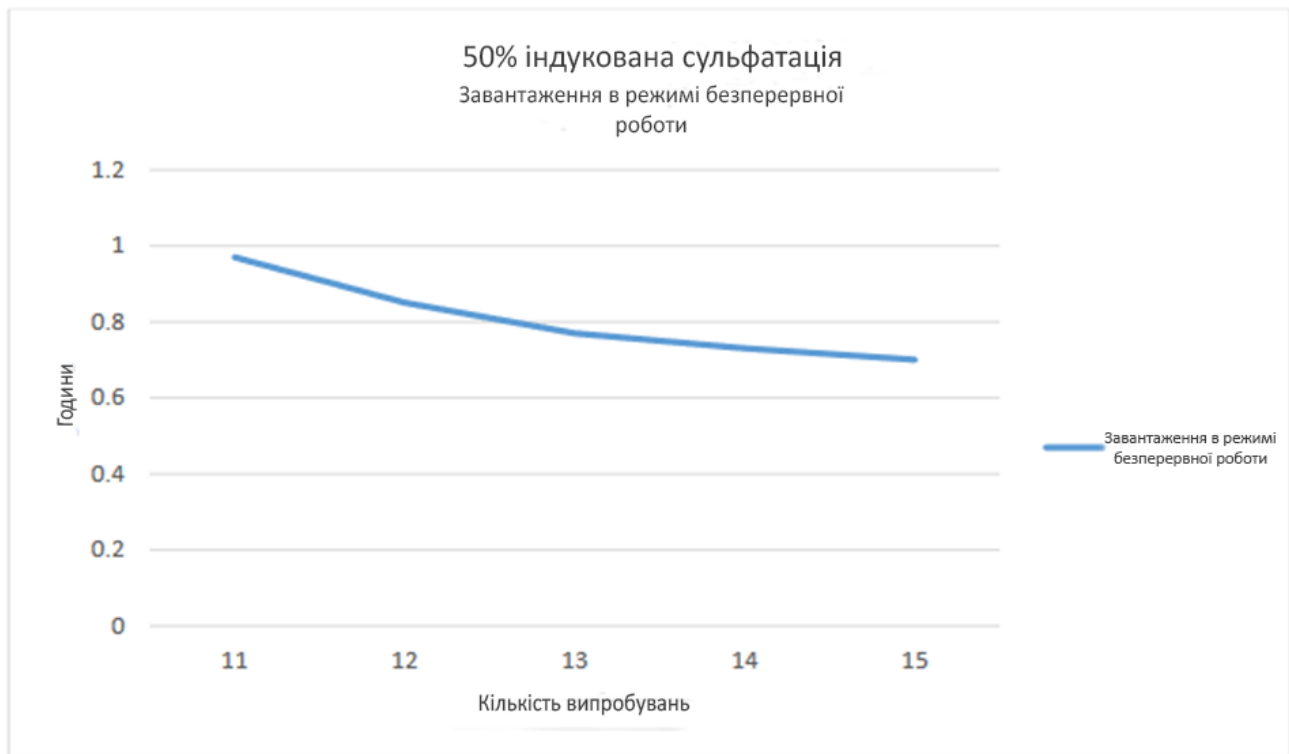


Рисунок 3.13 – Навантаження в часі безперервної роботи при 50% індукованої сульфатації

На рисунку 3.14 зображено графік повної напруги акумулятора при 75% індукованій сульфатації. Це залежність напруги від кількості випробувань, а блакитна крива означає повну напругу акумулятора. Даний графік свідчить що крива у вигляді зигзагу, а саме під час шістнадцятого та сімнадцятого значення напруги сталі, потім під час вісімнадцятого йде зниження і знову стає значення і під час двадцятого випробування знову зниження напруги.

На рисунку 3.15 зображено графік навантаження в режимі безперервної роботи при 75% індукованої сульфатації. Показано залежність часу від кількості випробувань. А блакитна крива позначає завантаження в режимі безперервної роботи. Крива плавно знижується від значення 0.45, а отже з кожним випробуванням кількість часу зменшується.

На рисунку 3.16 зображено графік повної напруги акумулятора при 100% індукованої сульфатації. На ньому показано залежність напруги від кількості випробувань.



Рисунок 3.14 – Повна напруга акумулятора при 75% індукованої сульфатації

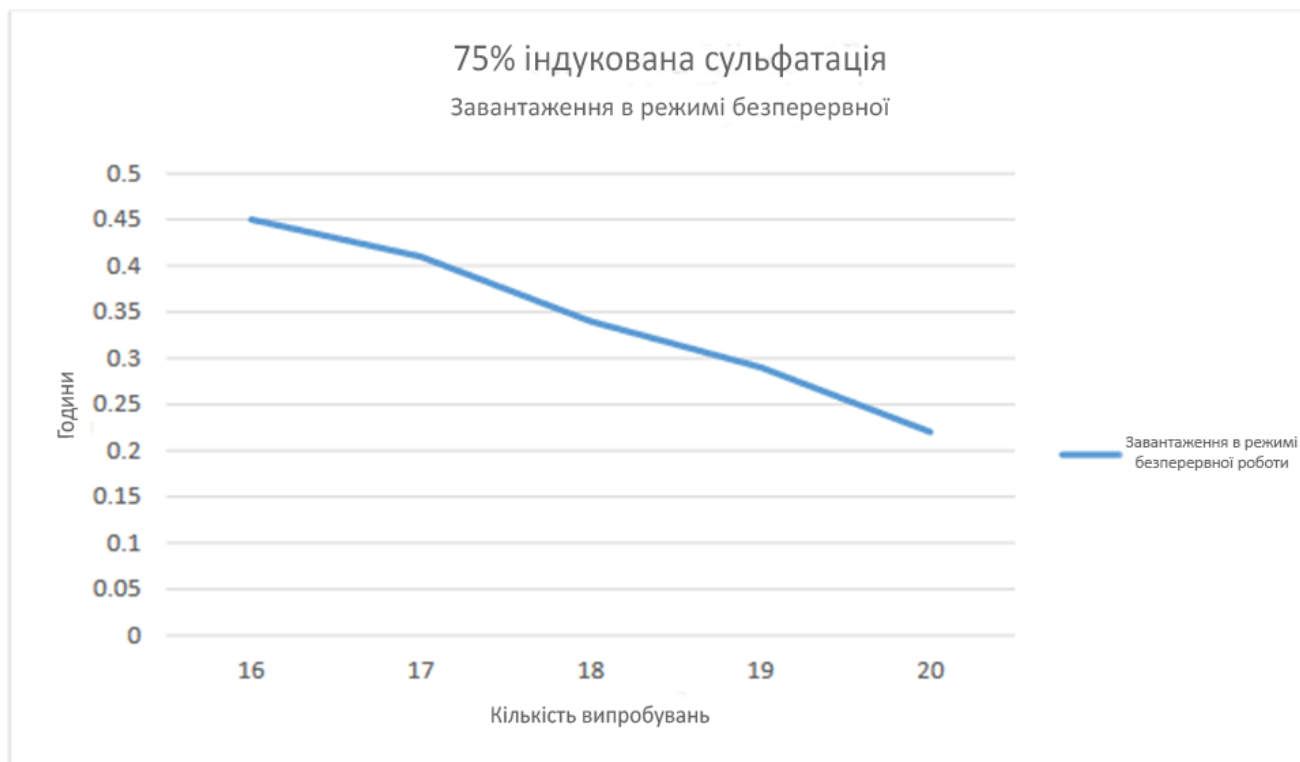


Рисунок 3.15 – Навантаження в режимі безперервної роботи

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ

Арк

57

при 75% індукованої сульфатації



Рисунок 3.16 – Повна напруга акумулятора при 100% індукованої сульфатації

Крива на рисунку 3.16 позначає повну напругу акумулятора. На даному графіку можна спостерігати сталість значення напруги під час трьох перших випробувань (21-23), далі йде зниження і знову стає значення.

На рисунку 3.17 зображено графік навантаження в безперервному режимі при 100% індукованої сульфатації. Показано залежність часу від кількості випробувань. Блакитна крива означає завантаження в режимі безперервної роботи. Крива поступово знижується, що свідчить про зниження часу з кожним випробуванням.

На рисунку 3.20 зображено графік внутрішнього опору проти стану акумулятора. Показано залежність відсотків стану батареї від опору. На ньому можна спостерігати, те що імпеданс/внутрішній опір батареї змінився з 9 міліом на абсолютно новий стан приблизно до 20 міліом на мертвому стані. Як наслідок, тривалість життя батареї супроводжується підвищенням імпедансу/внутрішнього опору батареї.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ

Арк

58

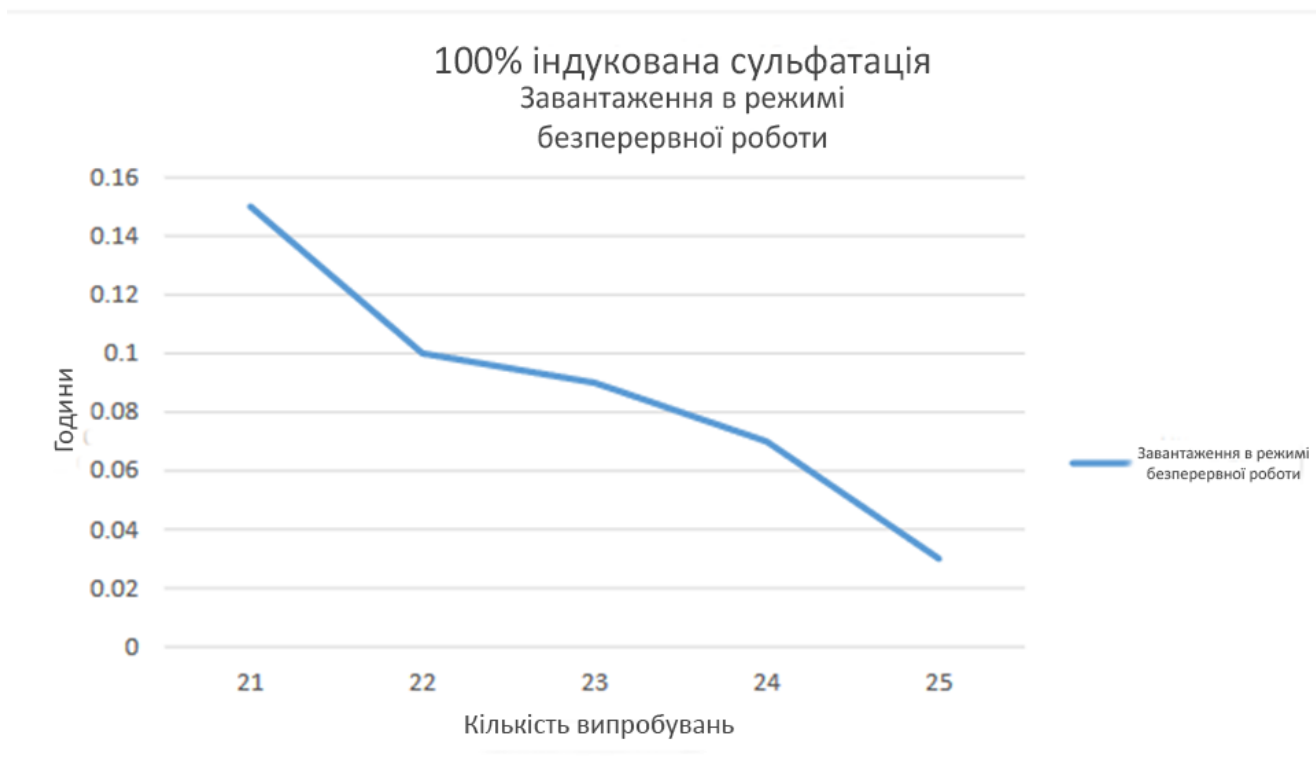


Рисунок 3.17 – Навантаження в безперервному режимі  
при 100% індукованої сульфатації



Рисунок 3.20 – Внутрішній опір проти стану акумулятора

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

### 3.3.2 Статистичний метод Т-тесту

Т-тест слід проводити для того, щоб дізнатися, чи справний стан батареї. Виходячи з фактичного показання імпедансу статистично відрізняється від стану акумулятор на основі часу роботи.

В таблиці 3.6 показано середній стан акумулятора на основі показання імпедансу. А у таблиці 3.7 показаний його середній стан на основі часу роботи.

Таблиця 3.6 – Середній стан на основі фактичного показання імпедансу

Період	Стан
1-5	98.468
6-10	76.11
11-15	55.356
16-20	24.568
21-25	4.056

Таблиця 3.7 – Середній стан на основі часу роботи

Період	Стан
1-5	98.17
6-10	72.68
11-15	52.55
16-20	22.352
21-25	5.75

Після проведення Т-тесту стан здоров'я на основі фактичного імпедансу становить статистично не відрізняється від стану здоров'я на основі часу роботи. В таблиці 3.8 вказано статистичний аналіз і обчислення даного тесту.

Таблиця 3.8 – Статистичний аналіз і обчислення.

Група	Перша група	Друга група
Mean	50.3004	51.7116
SD	34.3349	35.1493
SEM	6.8670	7.0299
N	25	25

Результати парного Т-тесту:

1. значення  $p$  і статистична значущість:

- a) значення  $p$  з двома цвяхами дорівнює 0,0160;
- b) дана різниця вважається статистичною значний.

2. довірчий інтервал:

- a) середнє значення 1-ої групи мінус 2-а група дорівнює  $-1,4112$ ;
- b) 95% довірчий інтервал цієї різниці: від  $-2,5348$  до  $-0,2876$ .

3. проміжні значення, що використовуються в розрахунках:

- a)  $t = 2,5922$ ;
- b)  $df = 24$ ;
- c) стандартна похибка різниці =  $0,544$ .

### 3.3.3 Тестування системи в неконтрольованому стані

Провівши також ще одне тестування системи з використанням акумулятора глибокого циклу.

Суть тестування полягає в тому, щоб поставити систему в реальне застосування. Дослідники придбані використані батареї для перевірки. Вік батарей приблизно однаковий, але уживання різні. До цього часу дізнавшись стан здоров'я глибоко переключити акумулятор через систему.

Зібравши необхідні дані, ввівши систему на різних значеннях, використовуючи батареї з різними додатками для визначення стану батареї.

В таблиці 3.9 вказано результати проведення тестування системи в неконтрольованому стані. А на рисунку 3.21 показано діаграму стану акумулятора залежно від використання.

Дані в таблиці 3.9 та рисунку 3.21, отримані через систему. Реалізація на різних використаних батареях статистично значуща від очікуваної термін служби батарейок. Стан батарейок змінюється залежно від використання та додаток.

Таблиця 3.9 – Тестування системи в неконтрольованому стані.

Період	Приблизний вік батареї	Використання / Застосування	Стан (у відсотках, %)
Батарея 1	6 місяців	Рідко Б/у / Скутер	96.74
Батарея 2	6 місяців	Нормальне використання / сонячна панель використовується для водонагрівача	82.77
Батарея 3	6 місяців	Часто використовувані / Електро-велосипед	59.29

Крім відображення вихідних значень на РК-дисплей, система також надає базу даних, в якій стан батареї глибокого циклу записується в 12-годинна база. Система створює файл у форматі значень, розділених комами (.csv), який зберігається в карту пам'яті.

Вихідні значення системи отримуються за 12 годин у порядку для спостереження за несподіваними змінами, що відбуваються в акумуляторі.

Користувач також може переглянути вимірювання в будь-який час на випадок, якщо він/вона пропустив системне читання через виділений бази даних.



Рисунок 3.21 – Діаграма стану акумулятора

### 3.4 Висновки

У даному розділі ми переходимо до створення пристрою моніторингу стану свинцевих акумуляторів, створюємо схеми та діаграми для послідовної розробки тестування. Після розписуємо етапи тестування. Переходимо до запису тестування в індукованій сульфитації від 0% до 100%.

## ВИСНОВКИ

Основною метою дослідження є створення системи моніторингу стану свинцево-кислотних акумуляторів на основі мікроконтролера шляхом вимірювання сульфатації за допомогою методу імпедансу.

Конкретні цілі полягають у наступному:

(1) калібрувати датчик імпедансу, який буде використовуватися для вимірювання імпедансу/внутрішнього опору батареї та виконання формування сигналу

(2) інтегрувати датчик, мікроконтролер та РК-дисплей;

(3) тестувати систему в контрольованому та неконтрольованому середовищі;

(4) і надати базу даних, в якій стан батареї глибокого циклу записується за 12 годин.

Дослідження зможе попередити кінцевого користувача, якщо батарея ось-ось зламається. Пристрій буде реалізовано на сонячному вуличному освітленні, яке використовує акумулятор глибокого циклу.

Дослідження не охоплює визначення точного часу, коли батарея виходить з ладу, але відсоток здоров'я відображається на дисплеї.

У дослідженні розглядається лише сульфатація, яка є більш помітною при погіршенні і не охоплює інші параметри, такі як висихання.

В результаті цього дослідження вдалося створити мікроконтролер на основі системи моніторингу стану свинцевої батареї за допомогою вимірювання сульфатації за допомогою методу імпедансу.

Відкалібрувавши датчик імпедансу, який буде використовуватися для вимірювання внутрішнього імпедансу опору батареї та виконати формування сигналу.

Цей датчик є відрізняється від цифрових мультиметрів, доступних на ринку, оскільки датчик знаходиться безпосередньо постукав до щупів батареї.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Цифрові мультиметри на ринку не здатні вимірювання опору батареї, оскільки це спричинить коротке замикання.

Інтеграція датчика, мікроконтролера та РК-дисплея містить схему коробки системи. Всі вимірювання та розрахунки виконуються всередині монтажної коробки система легко показує напругу, стан заряду та стан батареї на РК-дисплеї.

За допомогою тестування системи в основному в контрольованому та неконтрольованому середовищі, вдалося підтвердити, що вихід системи правильний і повністю перевірений.

Акумулятор система моніторингу також надає базу даних, в якій міститься стан глибокого циклу батареї, результати записуються кожні 12 годин.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
						65
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Joey J., Zhang L., Zhang J. Lead-acid battery technologies: fundamentals, materials, and applications. *Crc Press*. 2015. Vol. 8. Pp. 105-107.
2. Rajeev A. Relativity and the lead-acid battery. *Physical Review Letters*. 2017. Pp. 22-24.
3. 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.
4. 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.
5. Laiguo C. Lead exposure assessment from study near a lead-acid battery factory in China. *Science of the Total Environment*. 2018. Pp.191-198.
6. Badede, J. Basics of lead–acid battery modelling and simulation. *Lead-acid batteries for future automobiles*. 2017. Pp. 463-507.
7. Ballantyne D. Lead acid battery recycling for the twenty-first century. *Royal Society open science*. 2018. Pp. 171-173.
8. 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.
9. 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.
10. Hong B. Characterization of nano-lead-doped active carbon and its application in lead-acid battery. *Journal of power sources*. 2018. Pp. 332-341.
11. 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.
12. Swogger S. W. Discrete carbon nanotubes increase lead acid battery charge acceptance and performance. *Journal of power sources*. 2018. Pp. 55-63.

					КВРКІ 180111.18.01.11 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		66

13. Vahid E., Babak Ansari A., Torabi F. Simulation of lead-acid battery using model order reduction. *Journal of Power Sources*. 2019. Pp. 294-305.
14. 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.
15. 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.
16. Prozorro. URL: <https://prozorro.gov.ua>. (дата звернення: 09.06.2022).
17. 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.
18. 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.
19. Badeda J. Basics of lead–acid battery modelling and simulation. *Lead-acid batteries for future automobiles*. 2017. Pp. 463-507.
20. 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.
21. Jindong L. Lead air battery: prototype design and mathematical modelling. *Journal of Energy Storage*. 2019. Pp. 10-18.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. Jing L. Assessing high-order harmonic resonance in locomotive-network based on the impedance method. *IEEE Access*. 2019. Pp. 619-631.

26. 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.
27. Abdallah B. Cycling performances and failure modes for AGM and standard flooded lead acid batteries under partial state of charge mode. *Journal of energy engineering*. 2019. Pp. 40-47.
28. Chmielewski A. Operational research of VRLA battery. *Conference on Automation*. 2018. Pp. 101-103.
29. 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.
30. Mueller J. W. The regulation of steroid action by sulfation and desulfation. *Endocrine reviews*. 2015. Pp. 526-563.
31. Bedini E. A review of chemical methods for the selective sulfation and desulfation of polysaccharides. *Carbohydrate polymers*. 2017. Pp. 124-139.
32. Anupama S., Karandikar P. B. A broad review on desulfation of lead-acid battery for electric hybrid vehicle. *Microsystem Technologies*. 2017. Pp. 263-273.
33. Ka Lok M. Simulation and analysis of desulfator for smart battery system. *2018 International SoC Design Conference (ISOCC)*. 2018. Pp. 45-47.
34. 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.

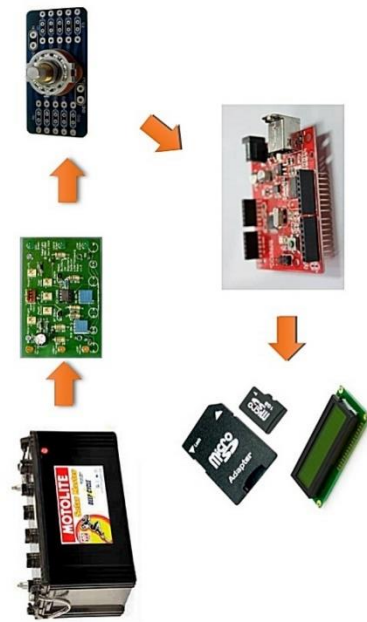
# Додаток А

## (обов'язково)

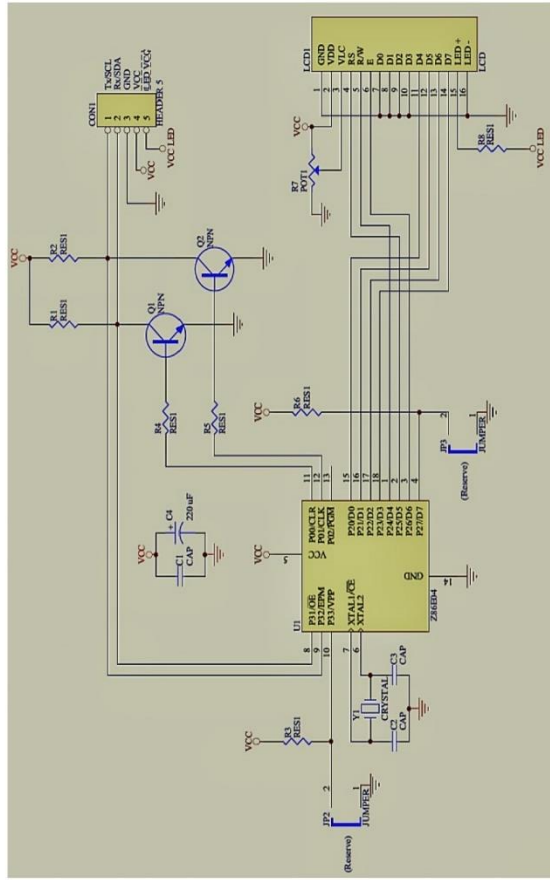
### Копія креслення “Схеми з'єднань пристрою”

КвКК.180111.18.01.11.E8

Діаграма підключення елементів системи



Принципова схема системи

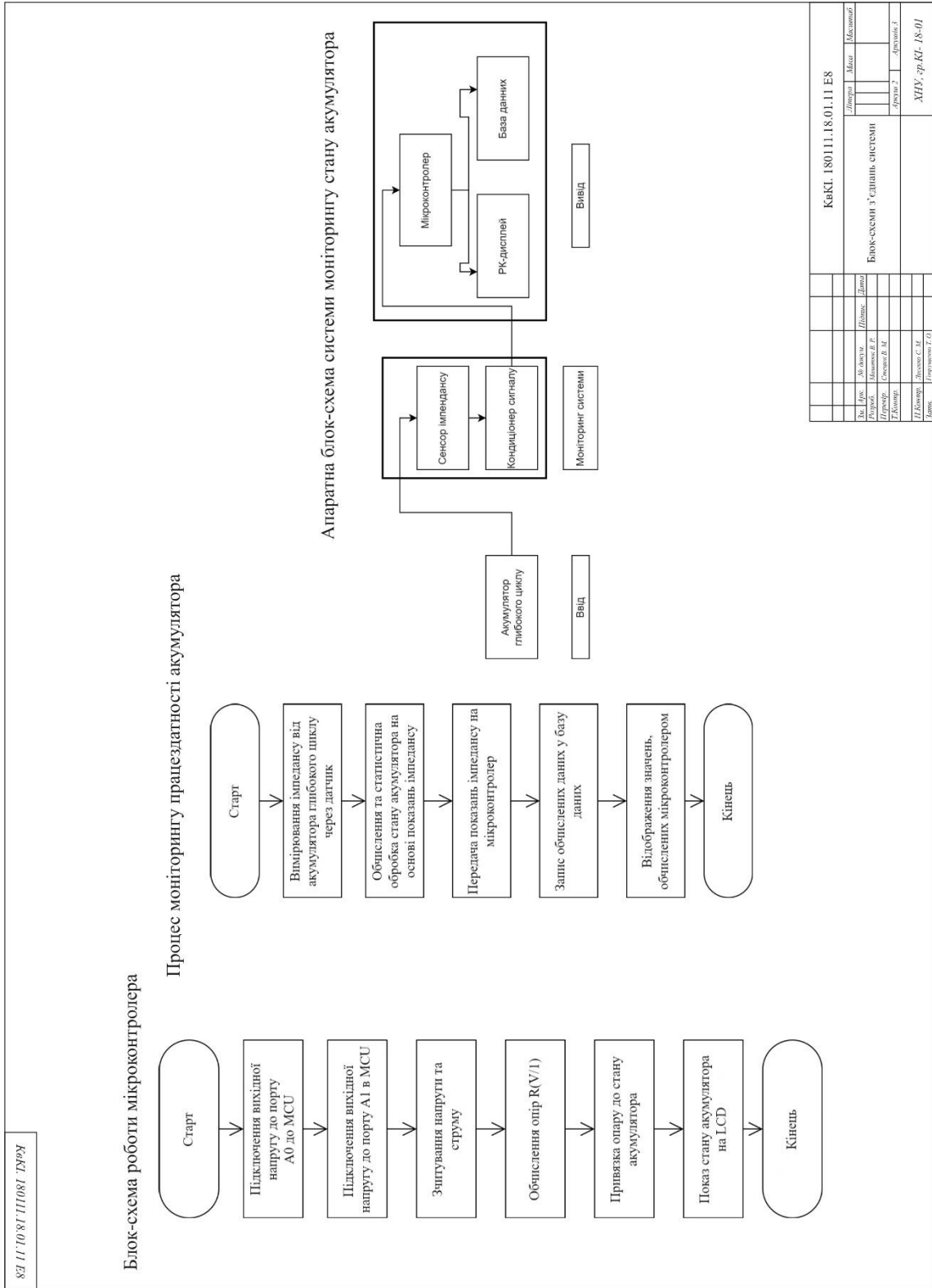


КвКК.180111.18.01.11.E8			
Листопад	Місто	Місцевість	
Схеми з'єднань пристрою			
Від. Дир.	Ж. Дир. НТ	Дир. НТ	Дир. НТ
Розроб.	Моловчик В. Р.		
Провер.	Савченко В. М.		
Т. Констр.			
І. Констр.	Лисенко С. М.		
І. Констр.	Ісупрашніков Т. С.		
ХНУ, зр.КК-18-01			

# Додаток Б

(обов'язково)

Копія креслення “Блок-схеми з'єднань системи ”



## Додаток В (обов'язково)

Копія креслення “Графіки результатів тестування системи”



## Додаток Г

### Лістинг коду

```
#include <Arduino.h>
#include <avr/sleep.h>
#include <avr/power.h>
#include <avr/wdt.h>
#include <FastPID.h>
int16_t setPoint = 70;
The parameter P domain is [0.00390625 to 255] inclusive.
The parameter I domain is P / Hz
The parameter D domain is P * Hz
FastPID myPID(4.0, 0.5, 0.2, 6, 8, false);
int16_t ThermistorToCelcius(uint16_t BCOEFFICIENT, uint16_t RawADC)
{
#define NOMINAL_TEMPERATURE 25
    if (RawADC > 0)
    {
        float steinhart = (1023.0F / (float)RawADC - 1.0);
        steinhart = log(steinhart);
        steinhart /= BCOEFFICIENT;
        steinhart += 1.0 / (NOMINAL_TEMPERATURE + 273.15);
        steinhart = 1.0 / steinhart;
        steinhart -= 273.15;
        return (int16_t)steinhart;
    }
    return (int16_t)-999;
}
void SetTimer2Value(uint16_t value)
```

```

{
    OCR2B = value;
}

void StopTimer2()
{
    TOCPMCOE = 0;
    TCCR2B = 0;
    OCR2B = 0;
}

void StartTimer2()
{
    TOCPMSA0 = (1 << TOCC2S1);
    TOCPMCOE = (1 << TOCC2OE);
    TCCR2A = (1 << COM2B1) | 1 << WGM21;
    TCCR2B = 1 << CS21 | 1 << CS20 | 1 << WGM23 | 1 << WGM22;
    ICR2 = 10000 - 1;
    SetTimer2Value(0);
}

void ReferenceVoltageOn()
{PORTA |= _BV(PORTA7);}

void GreenLedOn()
{PORTA |= _BV(PORTA6);}

void GreenLedOff()
{PORTA &= (~_BV(PORTA6));}

void DumpLoadOn()
{PORTA |= _BV(PORTA3);}

void DumpLoadOff()
{PORTA &= (~_BV(PORTA3));}

void SelectInternalTemperatureChannel()

```

```
{ADMUXA = (0 << MUX5) | (0 << MUX4) | (0 << MUX3) | (1 << MUX2) | (0 << MUX1) | (0 << MUX0);}
```

```
void BeginADCReading()
```

```
{ADMUXB = _BV(REFS2);
```

```
ADCSRA |= _BV(ADPS2) | _BV(ADPS1); // | _BV(ADPS0);
```

```
ADCSRA |= _BV(ADEN) | _BV(ADIF); // enable ADC, turn off any pending interrupt
```

```
delay(2);
```

```
noInterrupts();
```

```
set_sleep_mode(SLEEP_MODE_ADC); // sleep during ADC sample
```

```
sleep_enable();
```

```
ADCSRA |= _BV(ADSC) | _BV(ADIE);
```

```
interrupts();
```

```
sleep_cpu();
```

```
sleep_disable();
```

```
while (bit_is_set(ADCSRA, ADSC)){}
```

```
ADCSRA &= (~(1 << ADEN));
```

```
}
```

```
uint16_t ReadADC()
```

```
{
```

```
uint8_t low = ADCL;
```

```
return (ADCH << 8) | low;
```

```
}
```

```
uint16_t RawADC;
```

```
ISR(ADC_vect)
```

```
{RawADC = ReadADC();}
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
PUEA = 0;
```

```
PUEB = 0;
```

```

DDRA |= _BV(DDA3) | _BV(DDA6) | _BV(DDA7) | _BV(DDA5);
DDRB |= _BV(DDB1);
PHDE |= _BV(PHDEA1);
ReferenceVoltageOn();
Serial.begin(9600, SERIAL_8N1);
myPID.setOutputRange(0, 100);
}
void loop()
{
  GreenLedOn();
  SelectInternalTemperatureChannel();
  BeginADCReading();
  int16_t temp = ThermistorToCelcius(3955, RawADC);
  uint16_t PWMValue;
  if (temp > setPoint - 10)
  {
    DumpLoadOff();
    StartTimer2();
    PWMValue = myPID.step(setPoint, temp);
    SetTimer2Value(PWMValue*100);
  }
  else
  {
    StopTimer2();
    PWMValue = 0;
    DumpLoadOn();
  }
  Serial.print(temp);
  Serial.print('\t');

```

```
Serial.print(setPoint);  
Serial.print('\t');  
Serial.print(PWMValue);  
Serial.println("");  
GreenLedOff();  
delay(160);  
}
```

Ім'я користувача:  
Кафедра КІ

Дата перевірки:  
13.06.2022 13:50:53 EEST

Дата звіту:  
13.06.2022 14:00:21 EEST

ID перевірки:  
1011560733

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

ID користувача:  
100005591

Назва документа: **Моніюк\_Мікроконтролерний пристрій контролю стану свинцевих акумуляторних батарей...**

Кількість сторінок: 60 Кількість слів: 9397 Кількість символів: 70721 Розмір файлу: 3.12 MB ID файлу: 1011432032

## 1.1% Схожість

Найбільша схожість: 0.77% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011399151)

0.31% Джерела з Інтернету 4 ..... Сторінка 62

0.9% Джерела з Бібліотеки 80 ..... Сторінка 62

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

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

Замінені символи 12

Активувати  
Перейдіть  
активувати

# Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальное совпадение с одним документом 1.0%**

Словари проверки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Ошибок в документах: 8%

ID: 105117 Название: Микроконтролерний пристрій контролю стану свинцевих акумуляторних батарей з функцією десульфатації Добавлено в БД: 2022-06-13 Авторы: В.Р.Момотюк Руководители: В.М.Стецюк Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	63916	552	424 (1%)	6 (1%)

## Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

Активация Windows  
 Перейдите до раздела "Настройки", щоб

**РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**

Дипломник Момотюк Володимир Русланович

Тема Мікроконтролерний пристрій контролю стану свинцевих акумуляторних батарей з функцією десульфатації

\_\_\_\_\_ Спеціальність 7.05010201  
Комп'ютерна інженерія

**Обсяг дипломного проекту:**

кількість листів креслень 3; кількість сторінок записки 78

1. Короткий зміст ДП та прийнятих рішень В рамках дипломного проекту ...

\_\_\_\_\_

2. Висновок про відповідність ДП дипломному завданню Дипломний проект у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині даного проекту

\_\_\_\_\_

3. Характеристика виконання кожного розділу проекту, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому, теоретичному, розділі дипломного проекту якісно та в повній мірі розглянуті методи вирішення поставленої задачі, був проаналізований кожен аспект, який стосується теми дипломного проекту. У наступному розділі було здійснено обґрунтування обраної структури основної задачі на основі порівняння різних можливих варіантів створення мікроконтролера. У основній проектній частині диплому було реалізовано сучасними методами та рішеннями логічна структуризація тестування мікроконтролера. Було здійснено підключення до датчику імпедансу. Також було здійснено налаштування мікроконтролера стану свинцевих батарей з функцією десульфатації. Розділи «Принцип десульфатації і сульфатації в свинцево-кислотних акумуляторах», «Процес посилення» та «Алгоритм проведення тестування» в повній мірі відповідають суті дипломного проекту. В загальному усі розділи відповідають завданню та містять сучасні методи вирішення поставлених завдань.

4. Позитивні сторони проекту Дипломний проект відповідає сучасним вимогам до проектування мікроконтролерів контролю стану свинцевих батарей, зокрема, з точки зору використання різних методів і технологій на основі різних стандартів. Окремо можна виділити розглянутий статистичний метод Т-тесту який був проведений для того щоб дізнатися, чи справний стан батареї. Також важливим позитивним аспектом дипломного проекту є реалізоване тестування яке дозволяє визначити найбільший і найменший показник сульфатації.

\_\_\_\_\_

5. Негативні сторони проекту надмірна кількість теоретичного матеріалу, відсутність.  
В рамках дипломного проекту варто було приділити більшу увагу способам тестувань  
різними методами.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту Графічне  
оформлення виконане відповідно до суті дипломного проекту. У першому листу  
креслення(з трьох) зображено діаграму підключення елементів системи. У другому  
листі було зображено блок схеми з'єднання систем які показують основний принцип  
роботи. Останній лист було присвячено результатам тестування. В загальному графічне  
оформлення виконане на належному рівні. Пояснювальна записка відповідає  
задекларованим нормам для її оформлення.

7. Відгук про проект в цілому В загальному дипломний проект заслуговує схвальних  
відгуків. Весь матеріал дипломного проекту структурований, чіткий та послідовний.  
Усі розділи проекту йдуть у вірній послідовності, що дозволяє чітко розуміти  
викладений матеріал в рамках даного дипломного проекту. Графічний матеріал  
дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за  
основу при проектуванні мікроконтролерного пристрою стану свинцевих батарей з  
функцією десульфатації.

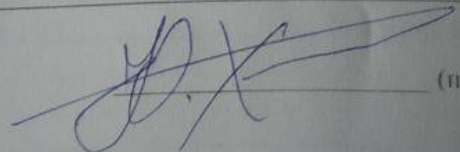
8. Інші зауваження

9. Оцінка дипломного проекту Розглянувши позитивні та негативні сторони  
представленого дипломного проекту, можна зробити висновок, що він заслуговує  
оцінку «задовільно».

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

Хмельницький Дріб Владиславович,  
наф. КБ

« 16 » 06 2022 р.



(підпис)

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

Момотюк В.Р.

ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ-18-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), 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 наявність плагіату ознайомлений(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.

16.06.22

дата



підпис

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

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

Назва: Мікроконтролерний пристрій контролю стану свинцевих акумуляторних батарей з функцією десульфатації

Автор: Момотюк Володимир Русланович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Стецюк Василь Миколайович, д.т.н, професор

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

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

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-40 джерелами на один фрагмент речення;
- 4) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано послідовності чотирьохрозрядних двійкових кодів, які є вхідними даними до великої кількості задач і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
- 5) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі українськомовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 1.1 і адресується до 84 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІСП

В.М. Стецюк

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко