

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

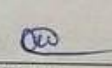
Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів
Назва теми


КвРКІП.190251.17.02.19 ПЗ
Шифр


Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»
Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ2-19-2  А. Р. Яворський
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник  В. М. Стецюк
Підпис, дата Ініціали, прізвище

Нормоконтролер  С. М. Лисенко
Підпис, дата Ініціали, прізвище

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


Підпис

Т. О. Говорущенко
Ініціали, прізвище

«16» червня 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Г.О.Говорушенко

“ 11 ” 01 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Яворському Артему Ростиславовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів

Керівник проекту (роботи) Стецюк В.М старший

викладач

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

Затверджена наказом ректора університету від 01.03.2023 р. № 5

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

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

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

Дослідження предметної області та постановка задачі

Моделювання та проектування програмно-технічної системи контролю стану акумуляторів

Апаратна реалізація приладу, що контролює стан акумуляторів


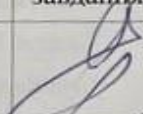


5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Принципова схема приладу контролю стану акумуляторів

Схема електрична принципова система контролю стану акумуляторів

Схема структурна плати BMS

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання « 11 » 01 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2023	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – моделювання та проектування програмно-технічної системи	01.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – апаратна реалізація програмно-технічної системи стану акумуляторів	24.05.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	26.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	26.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент

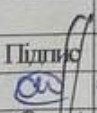



Керівник проекту (роботи)


Підпис


Підпис

А. Р. Яворський
Ініціали, прізвище

В. М. Стецюк
Ініціали, прізвище

№ р я д к а	Ф о р м а т	Позначення	Найменування	К і л - л и с т і в	№ ек з	П р и м і т к а
			Текстові документи			
1		КвРКІП 190362.17.03.09 ПЗ	Пояснювальна записка	55		
			Графічні матеріали			
2		КвРКІП 190362.17.03.09 Е8	Логічні схеми алгоритмів	1		
3		КвРКІП 190362.17.03.09 Е8	Алгоритми та схеми балансування акумуляторів	1		
4		КвРКІП 190362.17.03.09 Е2	Схема електрична принципова системи контролю стану акумуляторів	1		
КвРКІП 190362.17.03.09 ВП						
Зм	Арж	№ докум	Підпис	Дата	Літера	Аркуш
Розробив		Яворський		23.06.23	У	1
Перевір.		Стецюк		23.6.23		59
Н. контр.		Лисенко		23.06.23	ХНУ, КІ-19-2	
Затв.		Говорушецько		26.06		
Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів						

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів».

Автор роботи: Яворський Артем Ростиславович.

Керівник роботи: Стецюк Василь Миколайович.

Пояснювальна записка: 55 с., 24 рис., 6 табл., 65 джерела.

Графічна частина: 3 схеми.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНА, КОНТРОЛЬ, СТАН, СИСТЕМА,
БАЛАНСУВАННЯ, АЛГОРИТМ, СХЕМА, АККУМУЛЯТОР.

Метою роботи є розробка програмно-технічного пристрою, що буде контролювати стан акумуляторних батарей.

Об'єктом дослідження є програмно-технічний засіб на основі мікроконтролера, що буде контролювати стан акумуляторних батарей.

Предметом дослідження є опис та схеми пристрою контролю стану акумуляторів.

У цій роботі розроблений програмно-технічний пристрій для контролю стану акумуляторів, пристрій для формування вхідних сигналів при випробуванні 16-розрядних контролерів, що дозволяє задавати електричний режим для акумуляторів при їх випробуванні, контролювати її струми споживання та задавати частоту для такту.



Підпис студента

23.06.23

Дата

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	
ВСТУП	
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	9
1.1 Призначення та галузі застосування контролю акумуляторів.....	9
1.2 Методи захисту акумуляторних батарей.....	11
1.3 Схеми електрична функціональна та принципова.....	17
1.4 Типи систем керування акумуляторами.....	19
1.5 Висновки до розділу 1	23
2 АЛГОРИТМ БАЛАНСУВАННЯ КЛІТИН ЛІТІЙ-ІОННОЇ БАТАРЕЇ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БАТАРЕЄЮ	24
2.1 Алгоритм балансування Li-Ion акумуляторів.....	24
2.2 Проектування структури функціоналу заряду батареї.....	30
2.3 Висновки до розділу 2.....	39
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ АКУМУЛЯТОРІВ	40
3.1 Розробка пристрою контролю заряду акумуляторів.....	40
3.2 Розробка плати BMS.....	44
3.3 Розробка алгоритму балансування.....	50
3.4 Програмні засоби для перевірки працездатності та функціонування приладу.....	52
3.5 Висновки до розділу 3	55
ВИСНОВКИ	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	59
Додаток А Копія креслення «Принципова схема приладу контролю стану акумуляторів».....	67

КВРКІ 190251.17.02.19 ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Яворський А.Р		23.06.23
Перевір.		Степюк В.М		23.6.23
Н.контр.		Лисенко С.М.		23.06.23
Затвер.		Говорушенко Т.О		23.06
Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів			Літера	Арквш
			у	55
ХНУ КІ2-19-1				

ВСТУП

Основним завданням при проектуванні сучасних вимірювальних приладів було та залишається досягнення певних метрологічних його основних характеристик. На різних етапах розвитку для обчислювальної техніки така задача вирішувалась різними її методами. Такі технологічні методи, які зводились до уже вдосконалення існуючих технологій, є конструктивні та структурні методи. Структурні методи отримали тут особливий розвиток при створенні цифрових їх вимірювальних приладів. Для покращення ж метрологічних характеристик та розширення їх функціональних можливостей для таких приладів тут досягалось реалізацією певних її структур, які знаходяться у більшості випадків простим евристичним шляхом. Удосконалення ж елементної її бази та велика інтеграція таких цифрових схем призвели до розробки нових структурно-алгоритмічних методів, у яких вдосконалені її структури сполучаються із реалізацією уже обчислювальних операцій. Використання ж зазначених методів тут дозволило виконувати корекцію низки похідних її вимірювань та сполучити різні методи для перетворення форми інформації та забезпечувати при цьому досить високу швидкодію та розширення її функціональних можливостей для усіх таких приладів. У останні роки досить відзначено масове наповнення такого ринку усілякою автоматизованою апаратурою для різного виду призначення та різної її складності. Самі ж контролери входять в усі сфери життєдіяльності для сучасної людини, їхня насиченість у нашому оточенні швидко росте щорічно.

На сьогодні мікроконтролерні системи досить широко використовуються для побудови різних типів сучасних радіоелектронних пристроїв для різноманітного їх призначення. Використання у сучасному такому мікроконтролері достатньо потужного обчислювального його пристрою із широкими можливостями, побудованого на одній мікросхемі замість використання цілого набору, де значно знижує її розміри, його енергоспоживання та вартість побудованих на його основі уже різноманітних пристроїв. Контролери

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

все частіше використовуються у системі для управління різними сучасними пристроями та у їх окремих блоках. У побутовій електроніці та різноманітних її пристроях, у яких використовуються цілі електронні системи для її управління це є у пральних машинах, у мікрохвильових печах, у посудомийних машинах та інших сучасних технічних її пристроях.

Також сучасні контролери широко використовують у промисловості, а це пристрої для промислової автоматики від програмованих реле у вбудованих системах до різних програмованих логічних їх контролерів та для систем по управлінню для верстатів тощо. Так як контролерні системи застосовуються у різних областях роботи, то вони у процесі їх експлуатації піддаються самим різноманітним зовнішнім впливам, а це підвищеної вологості їх зовнішнього повітря, знижений чи підвищений їх атмосферний тиск, високі чи низькі температури тощо. Тому на етапі розробки тестера контролю стану акумуляторів на базі мікроконтролерної системи із функцією пам'яті вимірювань необхідно враховувати і область застосування для розроблюваних контролерів, а також здійснювати їх постійний контроль по відповідності мікросхемам тим чи іншим її параметрам. Для відбракування ж несправних мікросхем та їх контролю по необхідних параметрах, на стадіях розробки її системи та виробництва, де усі ці мікросхеми піддають різним видам таких випробувань. У процесі ж такого випробування контролерів різним їх впливам, необхідна використання для установки певного електричного режиму. Такий режим задається відповідно до їх технічного завдання на випробовуванні самої системи та має на увазі:

1. Подачу основної напруги живлення на ядро та її периферії.
2. Подачу усіх необхідних синхронізуючих її сигналів.
3. Подачу сигналу для її скидання.

При побудові приладу контролю стану акумуляторів на базі мікроконтролерної системи із функцією пам'яті вимірювань виникає потреба у розробці компактного портативного пристрою, що включає у себе усі необхідні функції. У розроблює пристрою контролю стану акумуляторів на базі

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролерної системи з функцією пам'яті для вимірювань планується введення нових та додаткових синхроімпульсів зміщених від них по основній по фазі, бо такі уже послідовності можуть бути використані для трактування швидкодіючих сучасних ІМС, що тут можуть використовувати до восьми їх фаз для тактових імпульсів. Також уже буде здійснюватися індикація його контролю для всіх вихідних напруг та струму його споживання. Для системи із функцією пам'яті вимірювань уже необхідна індикація частоти та шпаруватості яка стає тут можливою, завдяки застосуванню її у якості генератора - контролера, керуючою його програмою та для якого можна отримати різні види таких вихідних сигналів.

На практиці ж для роботи із різними інформаційними мережами та електронними пристроями часто буває важливо та уже необхідно проводити вимірювання їх електричних величин. Бажано при цьому, щоб усі ці вимірювання проводилися за допомогою одного вимірювального їх приладу. Попередником такого мультиметру був прилад авометр – це є прилад для вимірювання сили його струму (амперметр), її напруги (вольтметр) та його опору (омметр). Пізніше такий уже прилад стали називати тестером, а уже в даний час за ним закріпилася його назва як прилад мультиметр. Сучасні прилади мультиметри можуть виконувати багато більшу кількість її функцій, бо із їх допомогою можна вимірювати і ємність конденсаторів та частоту її змінного струму, визначати коефіцієнт по посиленню транзисторів, проводити перевірку різних діодів та перевіряти їх з'єднання тощо. Ускладнення та модифікація таких електронних схем для цих мультиметрів із використанням нових його елементів дозволяють поступово доповнювати новий уже перелік для виконуваних ними функцій.

На сьогодні зазвичай сам же мультиметр є автономним, досить компактним приладом який уже керується за допомогою перемикачів та його клавіатури, що розміщена на його основному корпусі. У зв'язку із цим то метою даної роботи було визначено розробку пристрою контролю стану акумуляторів на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань. Такий пристрій на базі мікроконтролерної системи представляє систему, що складається із

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювальної частини, ядром для якої є контролер та її керуючої частини, а це програми. Користувачеві уже доступно використання двох вимірювальних його клем та керуючого її додатку, здатного уже видавати виміряні тут результати та функцією його пам'яті вимірювань.

Актуальність кваліфікаційної роботи полягає у вдосконаленні архітектури побудови пристрою контролю стану акумуляторів на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань як пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні сучасних 16-розрядних мікроконтролерів, шляхом впровадження покращеної системи передачі інформації при зростанні динаміки передачі цих потоків, що і зумовлює актуальність теми для цієї кваліфікаційної роботи. Прикладною ж задачею, яка вирішується у цій кваліфікаційній роботі, є забезпечення інформаційної та функціональної безпеки архітектури побудови пристрою контролю стану акумуляторів на базі мікроконтролерної системи для обробки інформації шляхом побудови інформаційної та функціонально захищеної її системи.

Метою роботи є проектування та розробка пристрою, що буде контролювати стан акумуляторних батарей на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань як пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні 16-розрядних мікроконтролерів шляхом вдосконалення та розширення його функціональності, покращенню алгоритмів роботи, впровадженню та вдосконаленню вибору засобів, систем функціональної безпеки із підвищенням ефективності при передаванні такої інформації та забезпечення її завадостійкості. Поставлена у цій кваліфікаційній роботі мета досягається розв'язанням наступних задач:

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Призначення та галузі застосування контролю акумуляторів

Система керування батареєю (BMS) — це технологія, призначена для нагляду за акумуляторною батареєю, яка являє собою збірку елементів батареї, електрично організованих у матричну конфігурацію рядок x стовпець, щоб забезпечити доставку цільового діапазону напруги та струму протягом певного часу проти очікувані сценарії навантаження.

Нагляд, який забезпечує BMS, зазвичай включає в себе:

1. Моніторинг акумулятора.
2. Забезпечення захисту акумулятора.
3. Оцінка працездатності батареї.
4. Постійна оптимізація роботи акумулятор.
5. Звіт про робочий стан на зовнішні пристрої.

Тут термін «акумулятор» означає весь пакет; однак функції моніторингу та керування застосовуються спеціально до окремих комірок або груп комірок, які називаються модулями, у загальній збірці акумуляторної батареї. Літій-іонні акумуляторні елементи мають найвищу щільність енергії і є стандартним вибором для батарей для багатьох споживчих товарів, від ноутбуків до електромобілів. Незважаючи на те, що вони чудово працюють, вони можуть бути досить неблаганними, якщо експлуатуватись за межами загалом обмеженої безпечної робочої зони (SOA), з наслідками, починаючи від зниження продуктивності батареї до відверто небезпечних наслідків. BMS, безсумнівно, має складну посадову інструкцію, і її загальна складність і охоплення нагляду можуть охоплювати багато дисциплін, таких як електрика, цифрове обладнання, управління, термічне та гідравлічне обладнання.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Системи керування батареями не мають фіксованого чи унікального набору критеріїв, які необхідно прийняти. Обсяг технологічного дизайну та реалізовані функції загалом корелюють із:

1. Вартість, складність та розмір акумуляторної батареї.
2. Застосування батареї та будь-які питання безпеки, терміну служби та гарантії.
3. Вимоги до сертифікації з різних державних постанов, де витрати та штрафи є першочерговими, якщо вжито невідповідних заходів функціональної безпеки.

Існує багато конструктивних особливостей BMS, причому керування захистом акумуляторної батареї та керування ємністю є двома основними функціями. Обговоримо, як працюють ці дві функції. Управління захистом акумуляторної батареї має дві ключові сфери, електричний захист, що передбачає недопущення пошкодження батареї через використання поза його SOA, і тепловий захист, який передбачає пасивний та активний контроль температури для підтримки або переведення акумулятора в його SOA.

Як найважливіші функції BMS, точна оцінка стану заряду (SOC) і стану працездатності (SOH) надає важливу інформацію про рівень заряду батареї та рівень старіння, яку можна використовувати для виконання технічного обслуговування або адаптації операційних стратегій, щоб продовжити термін його служби.

BMS - це те, що входить і економить день, або акумуляторну батарею в цьому випадку. Щоб показати, як це працює, потрібно пояснити ключове визначення. Стан заряду (SOC) комірки або модуля в даний момент часу пропорційно заряду, доступному відносно загального заряду при повному зарядженні.

Таким чином, акумулятор, який знаходиться на 50% SOC, означає, що він заряджений на 50%, що схоже на цифру заслуг датчика палива. Управління потужностями BMS полягає в балансуванні варіацій SOC в кожному стеку в

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

збірці упаковки. Оскільки СОК не є безпосередньо вимірною величиною, її можна оцінити різними методиками, а сама схема балансування взагалі ділиться на дві основні категорії, пасивну і активну. Існує безліч варіацій тем, і кожен тип має плюси і мінуси. Інженер-конструктор BMS вирішує, що є оптимальним для даної акумуляторної батареї та її застосування.

Пасивне балансування найпростіше реалізувати, а також пояснити загальну концепцію балансування. Пасивний метод дозволяє кожній комірці стека мати таку ж заряджену ємність, як і найслабша клітина. Використовуючи відносно низький струм, він передає невелику кількість енергії від високих SOC-елементів під час циклу зарядки, так що всі клітини заряджаються до максимального SOC. Рисунок 4 ілюструє, як це досягається BMS.

Він контролює кожен клітину і використовує транзисторний перемикач і резистор розряду відповідного розміру паралельно з кожною коміркою. Коли BMS відчуває, що дана комірка наближається до межі заряду, вона направляє надлишок струму навколо неї до наступної комірки внизу зверху вниз.

Завдяки простому впровадженню та невеликим вимогам до обчислювальної потужності для оцінки SOC батареї використовуються алгоритми відкритого циклу, наприклад, підрахунок Кулона і метод напруги розімкнутого ланцюга. Враховуючи високе динамічне робоче навантаження в мобільних акумуляторних системах і тенденцію багаторазового використання стаціонарних акумуляторних систем значна накопичена похибка через поточні невизначеності датчика та рідкісна поява стану релаксації знижують надійність цих алгоритмів з відкритим контуром. Порівняно з оцінкою SOC, оцінка SOH є більш складною через складні нелінійні механізми старіння батарей.

1.2 Методи захисту акумуляторних батарей

Моніторинг струму акумуляторної батареї та напруги елементів або модулів — шлях до електричного захисту. Електрична SOA будь-якої батареї пов'язана

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струмом і напругою. На рисунку 1.1 зображено типову літій-іонну комірку SOA, а добре спроектована BMS захищатиме батарею, запобігаючи роботі поза номінальними характеристиками комірки виробника.

У багатьох випадках може бути застосовано подальше зниження номінальних характеристик для перебування в безпечній зоні SOA в інтересах сприяння подовженню терміну служби батареї.

Літій-іонні елементи мають різні обмеження струму для заряджання та для розряджання, і обидва режими можуть працювати з вищими піковими струмами, хоча й протягом коротких періодів часу.

Виробники акумуляторних елементів зазвичай вказують максимальні обмеження безперервного струму заряджання та розряджання, а також обмеження пікового струму заряджання та розряджання. BMS, що забезпечує струмовий захист, безумовно, застосовуватиме максимальний безперервний струм.

Однак цьому може передувати раптова зміна умов навантаження; наприклад, різке прискорення електромобіля. BMS може включати моніторинг пікового струму шляхом інтегрування струму та часу після дельти, вирішуючи або зменшити доступний струм, або повністю перервати струм пакета. Це дозволяє BMS мати майже миттєву чутливість до екстремальних піків струму.

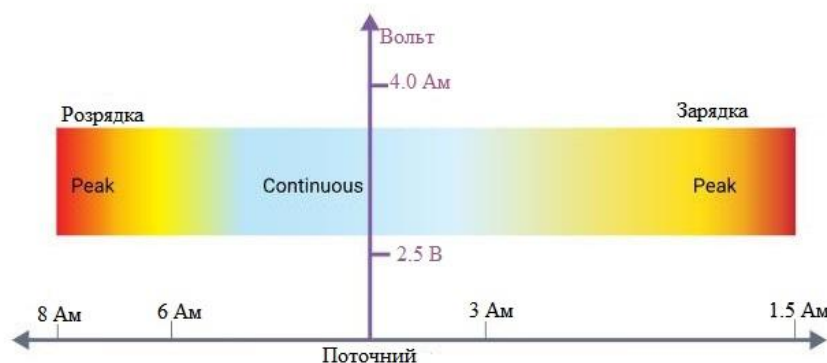


Рисунок 1.1 – Типова літій-іонна комірка SOA

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Літій-іонні елементи мають різні обмеження струму для заряджання та для розряджання, і обидва режими можуть працювати з вищими піковими струмами, хоча й протягом коротких періодів часу. Виробники акумуляторних елементів зазвичай вказують максимальні обмеження безперервного струму заряджання та розряджання, а також обмеження пікового струму заряджання та розряджання. BMS, що забезпечує струмовий захист, безумовно, застосовуватиме максимальний безперервний струм.

Однак цьому може передувати раптова зміна умов навантаження; наприклад, різке прискорення електромобіля. BMS може включати моніторинг пікового струму шляхом інтегрування струму та часу після дельти, вирішуючи або зменшити доступний струм, або повністю перервати струм пакета. Це дозволяє BMS мати майже миттєву чутливість до екстремальних піків струму.

На рисунку 1.2 показано, що літій-іонний елемент повинен працювати в певному діапазоні напруг. Ці межі SOA зрештою визначатимуться власною хімією вибраного літій-іонного елемента та температурою елементів у будь-який момент часу.

Крім того, оскільки будь-яка батарея відчуває значну кількість змін струму, розряджання через вимоги до навантаження та заряджання від різноманітних джерел енергії, ці обмеження напруги SOA зазвичай додатково обмежуються для оптимізації терміну служби батареї. BMS має знати, які ці обмеження, і прийматиме рішення на основі близькості до цих порогів.

Наприклад, при наближенні до межі високої напруги BMS може вимагати поступового зменшення зарядного струму або може вимагати повного припинення зарядного струму, якщо межа досягнута. Однак, це обмеження зазвичай супроводжується додатковими міркуваннями щодо гістерезису внутрішньої напруги, щоб запобігти балаканню керування щодо порогу відключення.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

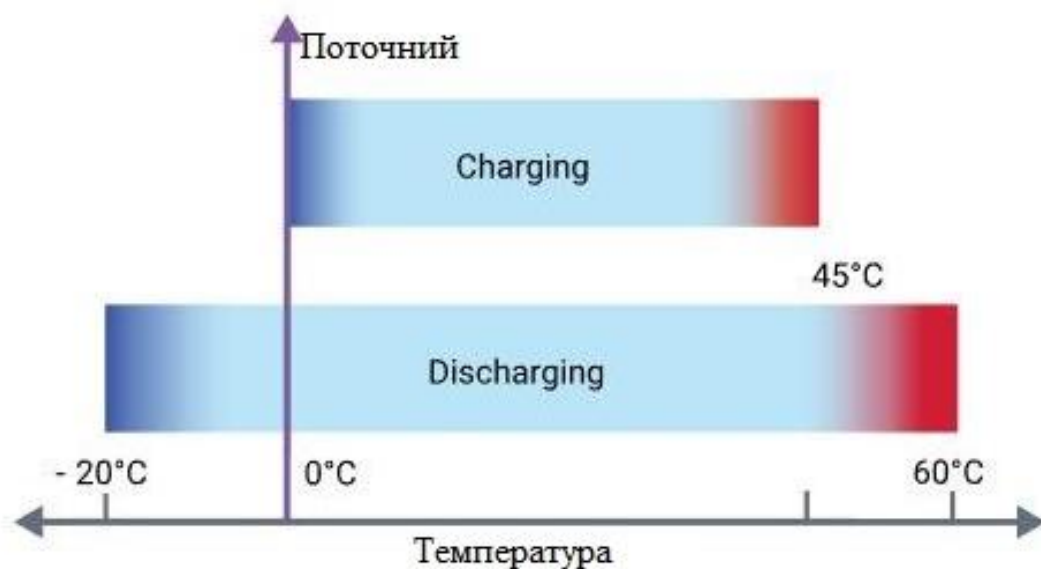
З іншого боку, при наближенні до межі низької напруги BMS вимагатиме, щоб основні активні навантаження-порушники зменшили свої поточні вимоги. У випадку електромобіля це може бути здійснено шляхом зменшення дозволеного крутного моменту, доступного для тягового двигуна.

Звичайно, BMS має поставити питання безпеки для водія на найвищий пріоритет, одночасно захищаючи акумуляторну батарею, щоб запобігти незворотному пошкодженню. це може бути здійснено шляхом зменшення дозволеного крутного моменту, доступного для тягового двигуна.

Звичайно, BMS має поставити питання безпеки для водія на найвищий пріоритет, одночасно захищаючи акумуляторну батарею, щоб запобігти незворотному пошкодженню. це може бути здійснено шляхом зменшення дозволеного крутного моменту, доступного для тягового двигуна.

Звичайно, BMS має поставити питання безпеки для водія на найвищий пріоритет, одночасно захищаючи акумуляторну батарею, щоб запобігти незворотному пошкодженню.

Що стосується можливостей за низьких температур, вони справді працюють набагато краще, ніж свинцево-кислотні або NiMh батареї; однак контролювати температуру необхідно розумно, оскільки заряджати при температурі нижче 0 °C (32 °F) фізично проблематично.



					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 1.2 – Робота літій-іонного акумулятора в певному діапазоні напруг

На перший погляд може здатися, що літій-іонні елементи мають широкий робочий діапазон температур, але загальна ємність батареї зменшується при низьких температурах, оскільки швидкість хімічної реакції значно сповільнюється. Явище нанесення металевого літію може статися на аноді під час заряджання при температурі замерзання.

Це постійне пошкодження, яке не тільки призводить до зменшення ємності, але клітини стають більш вразливими до виходу з ладу, якщо вони піддаються вібрації або іншим стресовим умовам. BMS може контролювати температуру акумуляторної батареї шляхом нагрівання та охолодження. Реалізоване управління температурою повністю залежить від розміру та вартості акумуляторної батареї та показників ефективності, критеріїв проектування BMS та одиниці продукту, що може включати розгляд цільового географічного регіону (наприклад, Аляска проти Гаваїв).

Незалежно від типу обігрівача, як правило, ефективніше отримувати енергію від зовнішнього джерела змінного струму або альтернативної батареї, призначеної для роботи обігрівача, коли це необхідно. Однак, якщо електричний нагрівач має помірне споживання струму, енергію з основної батареї можна перекачувати для нагрівання. Якщо реалізована теплогідрравлічна система, то для нагріву теплоносія використовується електричний нагрівач, який перекачується та розподіляється по агрегату

Інженери-конструктори BMS, безсумнівно, володіють хитрощами, щоб передавати теплову енергію в пакет. Наприклад, можна ввімкнути різноманітну силову електроніку всередині BMS, призначену для керування потужністю. Хоча він не такий ефективний, як пряме нагрівання, його можна використовувати незалежно від цього.

Охолодження особливо важливо для мінімізації втрати продуктивності літій-іонної батареї. Наприклад, можливо, дана батарея оптимально працює при

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20°C; якщо температура упаковки підвищиться до 30°C, її продуктивність може знизитися на 20%. Якщо акумулятор безперервно заряджати та перезаряджати при 45°C (113°F), втрата продуктивності може зрости до значних 50%.

Термін служби батареї також може постраждати від передчасного старіння та деградації, якщо вона постійно піддається надмірному виділенню тепла, особливо під час циклів швидкого заряджання та розряджання.

Охолодження зазвичай досягається двома методами, пасивним або активним, і обидва методи можуть бути використані. Пасивне охолодження залежить від руху потоку повітря для охолодження батареї. У випадку електромобіля це означає, що він просто рухається по дорозі.

Однак це може бути більш складним, ніж здається, оскільки датчики швидкості повітря можуть бути інтегровані для стратегічного автоматичного регулювання відхиляючих повітряних гребінок для максимізації потоку повітря.

Впровадження активного вентилятора з регульованою температурою може допомогти на низьких швидкостях або коли автомобіль зупинився, але все, що може зробити, це просто вирівняти температуру пакета з навколишньою температурою.

У разі спекотного дня це може підвищити початкову температуру упаковки. Термогідролічне активне охолодження може бути розроблено як додаткова система, і зазвичай використовує етиленгліколевий охолоджувач із заданим співвідношенням суміші, який циркулює через насос з електричним двигуном через труби/шланги, розподільні колектори, перехресний теплообмінник (радіатор) і охолоджуючу пластину, розташовану навпроти акумуляторної батареї.

Система BMS відстежує температуру по всьому блоку, відкриває та закриває різні клапани, щоб підтримувати температуру всієї батареї у вузькому температурному діапазоні для забезпечення оптимальної продуктивності батареї

В таблиці 1.1, можна побачити, що акумулятори є придатними вторинного використання, як стаціонарні накопичувальні станції, які зможуть надати

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроенергію в будинок або зарядити до прикладу електромобіль, за відсутності зарядних станцій.

Таблиця 1.1 – Вимоги до акумуляторних батарей

№	Назва	Автомобільні батареї	Батареї вторинного використання в промисловості
1	Напруга	400	800-1000
2	Час роботи при навантаженні 10Ам	~16800	~87800
3	Температура навколишнього середовища	Від -40 до 60	Від 10 до 35
4	Тривале навантаження	2-3 С	<0.5 С
5	Моментальне навантаження	>5 С	>2 С
6	Регулювання температури	Активне	Пасивне Активне
7	SOH,%	Від 100 до 70	Від 80 до 70

Компанія Тесла, розробила систему, яка несе назву PowerWall, ця система являє собою акумуляторну батарею, яку живить сонячна панель, при цьому зберігає енергію для використання під час відключень світла.

Цю систему можна використовувати як для домашнього використання, так і для зарядки самих електромобілів. Це зменшує основну частину кабелю до кількох проводів датчиків і проводів зв'язку між сусідніми модулями BMS. Витік — це не дефект виробника, а характеристика хімічного складу батареї, хоча статистично на неї можуть вплинути дрібні варіації виробничого процесу.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Управління потужністю акумулятора

Максимізація ємності акумуляторної батареї є, мабуть, однією з найважливіших характеристик продуктивності батареї, яку забезпечує BMS. Якщо це технічне обслуговування не виконувати, акумуляторна батарея може стати непридатною. Корінь проблеми полягає в тому, що «стек» акумуляторної батареї (послідовний масив елементів) не є ідеально однаковим і за своєю суттю має дещо різну швидкість витоку або саморозряду.

Спочатку акумуляторна батарея може мати добре підібрані елементи, але з часом подібність між елементами ще більше погіршується не лише через саморозряд, але також через циклічне заряджання/розряджання, високу температуру та загальне старіння календаря.

Зрозуміло, Згадайте раніше дискусію про те, що літій-іонні елементи працюють чудово, але можуть бути досить невблаганними, якщо працювати поза межами жорсткого SOA. Раніше ми дізналися про необхідний електричний захист, оскільки літій-іонні елементи погано справляються з надмірним заряджанням. Після повного заряду вони не можуть приймати більше струму, і будь-яка додаткова енергія, що потрапляє в них, перетворюється на тепло, при цьому напруга може швидко зростати, можливо, до небезпечного рівня.

Це нездорова ситуація для клітини і може призвести до постійного пошкодження та небезпечних умов роботи, якщо це триватиме. і будь-яка додаткова енергія, що надходить у нього, перетворюється на тепло, при цьому напруга потенційно швидко зростає, можливо, до небезпечного рівня.

Це нездорова ситуація для клітини і може призвести до постійного пошкодження та небезпечних умов роботи, якщо це триватиме. і будь-яка додаткова енергія, що надходить у нього, перетворюється на тепло, при цьому напруга потенційно швидко зростає, можливо, до небезпечного рівня. Це нездорова ситуація для клітини і може призвести до постійного пошкодження та небезпечних умов роботи, якщо це триватиме.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна напруга акумуляторної батареї визначає загальну напругу акумуляторної батареї, а невідповідність між сусідніми елементами створює дилему під час спроби зарядити будь-який стек.

Рисунок 1.3 показує, чому це так. Якщо у вас є ідеально збалансований набір елементів, усе добре, оскільки кожен заряджатиметься однаково, і зарядний струм може бути відключений, коли досягнуто верхнього порогу відключення напруги 4,0.

Однак у незбалансованому сценарії верхня клітина рано досягне ліміту заряду, і зарядний струм необхідно припинити для ніжки до того, як інші нижчі клітини будуть заряджені до повної потужності.

BMS – це те, що втручається та рятує день, або акумулятор у цьому випадку. Щоб показати, як це працює, потрібно пояснити ключове визначення.

Ступінь заряду (SOC) елемента або модуля в певний час пропорційний доступному заряду відносно загального заряду, коли він повністю заряджений. Таким чином, батарея, яка знаходиться на 50% SOC, означає, що вона заряджена на 50%, що схоже на показник якості палива. Управління потужністю BMS полягає в тому, щоб збалансувати варіацію SOC для кожного стека в комплекті.

Оскільки SOC не є величиною, що піддається безпосередньому вимірюванню, його можна оцінити за допомогою різних методів, а сама схема балансування зазвичай поділяється на дві основні категорії: пасивну та активну.

Існує багато варіацій тем, і кожен тип має плюси та мінуси. Інженер-конструктор BMS вирішує, що є оптимальним для даного акумулятора та його застосування. Пасивне балансування найлегше реалізувати, а також пояснити загальну концепцію балансування.

Пасивний метод дозволяє кожній комірці в стеку мати таку саму заряджену ємність, як і найслабша комірка. Використовуючи відносно низький струм, він переносить невелику кількість енергії від елементів з високим SOC під час циклу заряджання, щоб усі елементи заряджалися до максимального SOC.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

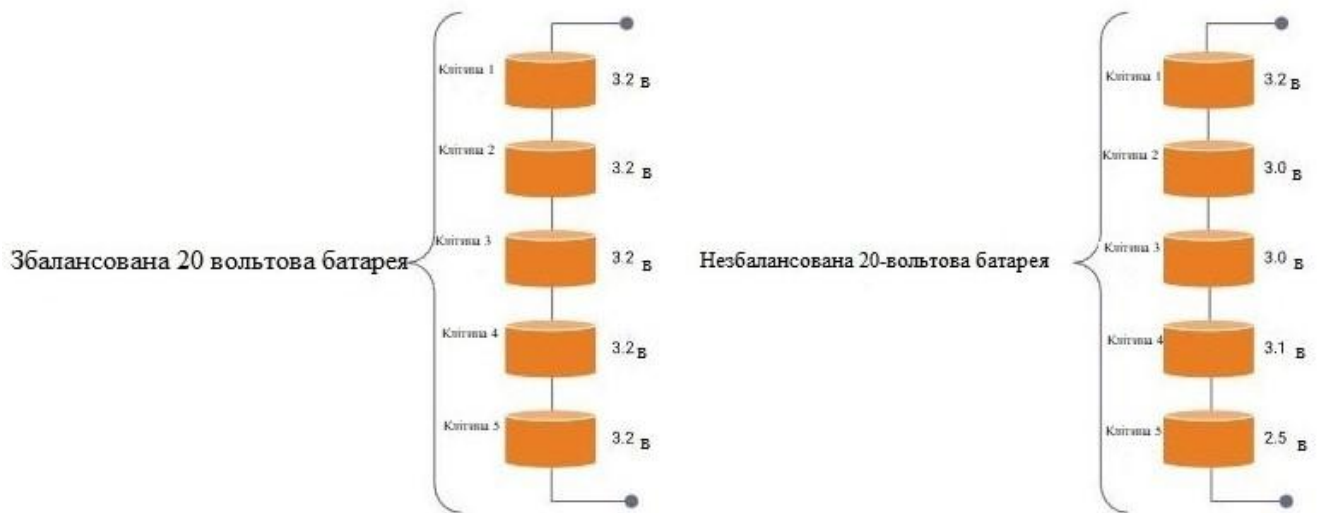


Рисунок 1.3 – Невідповідність між сусідніми елементами акумуляторної батареї

1.4 Типи систем керування акумуляторами

Системи керування батареями варіюються від простих до складних і можуть охоплювати широкий спектр різних технологій для досягнення своєї головної директиви «піклуватися про батарею».

Однак ці системи можна класифікувати на основі їхньої топології, яка пов'язана з тим, як вони встановлені та працюють на елементах або модулях акумуляторної батареї. Має один центральний BMS в комплекті акумуляторної батареї. Усі акумуляторні блоки підключаються безпосередньо до центральної BMS. Структура централізованої BMS показана на рисунку 1.4.

Централізована BMS має деякі переваги. Він більш компактний і, як правило, найекономічніший, оскільки є лише одна BMS. Однак є недоліки централізованої BMS. Оскільки всі батареї підключаються до BMS напряму, BMS потребує багато портів для з'єднання з усіма акумуляторними блоками. Це призводить до великої кількості проводів, кабелів, роз'ємів тощо у великих акумуляторних блоках, що ускладнює як пошук несправностей, так і обслуговування.

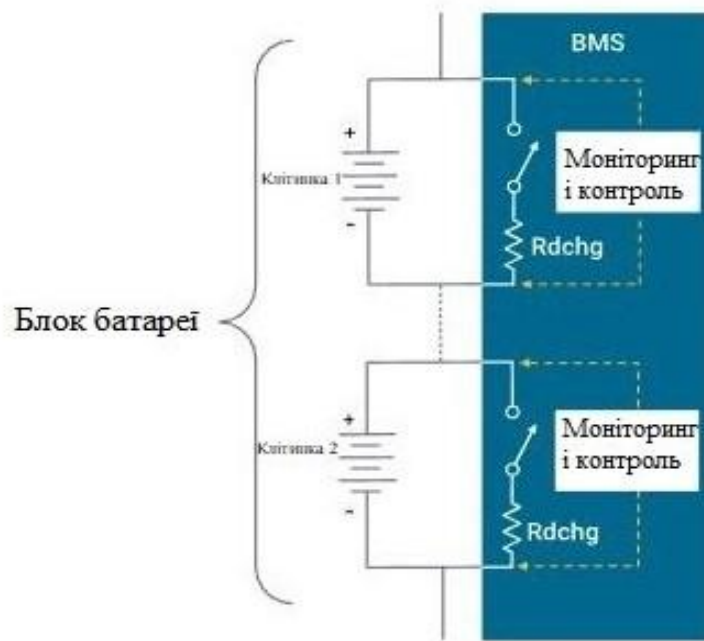


Рисунок 1.4 – Структура централізованої BMS

Підсумовуючи, BMS балансує стек акумуляторів, дозволяючи осередку або модулю в стеку бачити зарядний струм, відмінний від струму блоку, одним із таких способів:

1. Зняття заряду з найбільш заряджених елементів, що дає запас для додаткового зарядного струму, що б запобігти перезаряду, і дозволяє менш зарядженим елементам отримувати більший зарядний струм.

2. Перенаправлення частини або майже всього зарядного струму навколо найбільш заряджених елементів, що дозволяє менш зарядженим елементам отримувати зарядний струм протягом більш тривалого часу.

Концептуально схоже на модульну топологію, однак у цьому випадку підлеглі пристрої більше обмежені лише пересиланням вимірювальної інформації, а головний пристрій займається обчисленням і керуванням, а також зовнішнім зв'язком. Таким чином, подібно до модульних типів, витрати можуть бути нижчими, оскільки функціональність підлеглих пристроїв, як правило, простіша, з ймовірними меншими витратами та меншою кількістю невикористовуваних функцій. Значно відрізняється від інших топологій, де електронне апаратне та програмне забезпечення інкапсульовано в модулі, які взаємодіють із осередками

за допомогою пучків приєднаної проводки. Розподілена BMS включає в себе все електронне обладнання на платі керування, розміщеній безпосередньо на комірці або модулі, який контролюється. Отже, кожна BMS є більш автономною та обробляє обчислення та комунікації за потреби.

Однак, незважаючи на таку очевидну простоту, ця інтегрована форма робить пошук несправностей і технічне обслуговування потенційно проблематичним, оскільки вона знаходиться глибоко всередині вузла захисного модуля. Витрати також, як правило, вищі, оскільки в загальній структурі акумуляторної батареї є більше BMS (рисунок 1.5).

Функціональна безпека є найважливішою в BMS. Важливо під час заряджання та розряджання запобігти перевищенню напругою, струмом і температурою будь-якої комірки або модуля під наглядним контролем, визначених меж SOA. Якщо обмеження перевищено протягом тривалого часу, потенційно дорога батарея не тільки буде пошкоджена, але й може виникнути небезпечна температура.

Крім того, для захисту літій-іонних елементів і функціональної безпеки також суворо контролюються нижні порогові межі напруги. Якщо літій-іонна батарея залишається в такому стані низької напруги, дендрити міді можуть з часом вирости на аноді, що може призвести до підвищеної швидкості саморозряду та викликати можливі проблеми з безпекою.

Висока щільність енергії систем з літій-іонним живленням коштує так, що залишає мало місця для помилок в управлінні акумулятором. Завдяки BMS та літій-іонним удосконаленням це одна з найуспішніших та найбезпечніших хімічних батарей, доступних сьогодні.

Ефективність акумуляторної батареї є наступною важливою характеристикою BMS, і це включає електричне та теплове керування. Щоб електрично оптимізувати загальну ємність батареї, усі елементи в пакеті повинні бути збалансовані, що означає, що SOC суміжних елементів у всій збірці приблизно еквівалентний.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це надзвичайно важливо, оскільки можна не тільки досягти оптимальної ємності батареї, але й запобігти загальній деградації та зменшити потенційні гарячі точки від надмірного заряджання слабких елементів. Літій-іонні батареї слід уникати розряду нижче низьких меж напруги, оскільки це може призвести до ефекту пам'яті та значної втрати ємності.

Електрохімічні процеси дуже чутливі до температури, і батареї не є винятком. Коли температура навколишнього середовища падає, ємність і доступна енергія акумулятора значно зменшуються. Отже, BMS може задіяти зовнішній вбудований нагрівач, який знаходиться, скажімо, в рідинній системі охолодження акумуляторної батареї електромобіля, або вмикати постійні нагрівальні пластини, які встановлено під модулями блоку, вбудованого в вертолїт чи інший пристрій. літак.

Крім того, оскільки заряджання холодних літій-іонних елементів негативно впливає на час роботи батареї, важливо спочатку значно підвищити температуру батареї. Більшість літій-іонних елементів не можна швидко заряджати при температурі нижче 5°C і не слід заряджати взагалі при температурі нижче 0°C.

Для оптимальної продуктивності під час типового операційного використання система керування температурою BMS часто гарантує, що батарея працює у вузькій робочій зоні Goldilocks (наприклад, 30–35°C). Це забезпечує продуктивність. Ціла система накопичення енергії акумулятора, яку часто називають BESS, може складатися з десятків, сотень або навіть тисяч літій-іонних елементів, стратегічно упакованих разом, залежно від застосування. Ці системи можуть мати номінальну напругу менше 100 В, але можуть досягати 800 В, а струм живлення пакета може досягати 300 А або більше.

Будь-яке неправильне використання блоку високої напруги може спровокувати катастрофічну катастрофу, яка загрожує життю. Отже, BMS є надзвичайно важливими для забезпечення безпечної роботи. Переваги BMS можна підсумувати таким чином.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Висновок до розділу 1

В даному розділі було розглянуто симуляцію для проектування BMS, вивченні та вирішенні проблем проектування під час розробки обладнання, прототипування та тестування. З точною моделлю літій-іонного елемента в грі імітаційна модель архітектури BMS є виконуваною специфікацією, визнаною віртуальним прототипом.

Крім того, симуляція дозволяє безболісно досліджувати варіанти функцій нагляду BMS за різними сценаріями експлуатації батареї та середовища. Проблеми впровадження можна виявити та дослідити на дуже ранньому етапі, що дозволяє перевірити покращення продуктивності та функціональної безпеки перед впровадженням на реальному апаратному прототипі. Це скорочує час розробки та гарантує, що перший апаратний прототип буде надійним. Крім того, багато тестів автентифікації.

Розглянули також доступні інструменти для швидкого створення моделей на основі базових специфікацій таблиць та кривих вимірювань для багатьох електронних пристроїв різних типів хімії акумуляторів.

Статичний аналіз, аналіз стресів і несправностей дозволяють перевірити всі спектри робочої області, включаючи прикордонні області, щоб забезпечити загальну надійність BMS. Крім того, пропонується багато прикладів дизайну, які дозволяють користувачам швидко розпочати проект і швидко отримати відповіді, необхідні за допомогою симуляції.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[Введіть текст]

2 АЛГОРИТМ БАЛАНСУВАННЯ КЛІТИН ЛІТІЙ-ІОННОЇ БАТАРЕЇ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БАТАРЕЄЮ

2.1 Алгоритм балансування Li-Ion акумуляторів

Літій-іонні батареї залежать від багатьох особливостей, таких як перевищення напруги, зниження напруги, струм перезаряду та розряду, теплові розбіжності та дисбаланс напруги елемента. Одним із найважливіших факторів є дисбаланс елементів, який змінює напругу кожного елемента в акумуляторній батареї з часом і, отже, швидко зменшує ємність акумулятора. Щоб продовжити термін служби акумуляторної батареї, елементи батареї слід часто вирівнювати, щоб різниця між елементами була якомога меншою.

Для акумуляторної батареї були представлені різні методики балансування елементів. Він класифікується як пасивний і активний методи балансування клітин на основі напруги клітини та стану заряду (SOC).

Техніка пасивного балансування клітин, що вирівнює SOC клітин за рахунок розсіювання енергії з клітин вищого рівня SOC і формулює всі клітини з подібним SOC, еквівалентним SOC клітини найнижчого рівня. Активний баланс клітини передає енергію від клітини з вищим SOC до клітини з нижчим SOC, отже, SOC клітин буде рівним.

Система живлення є одним із ключових компонентів електромобілів, і зазвичай вона складається з великої кількості батарей, які працюють послідовно, через відмінності у виробничих процесах і умовах роботи, напруга, ємність внутрішній опір, швидкість саморозряду та інші параметри акумуляторів поступово стають суперечливими.

Із закінченням циклу роботи батареї невідповідність батарей різко зростає, що збільшує ризик перегріву.

Тим часом методи балансування батареї можуть ефективно зменшити неузгодженість.

					КвРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до топології схеми методи балансування батареї можна розділити на пасивне балансування та активні методи балансування. Пасивний метод, це балансування розсіювання енергії.

Надлишкова потужність в батареї перетворюється в теплову енергію елементами розсіювання енергії для усунення невідповідності батареї. Балансування опору є типовим методом пасивного балансування.

Недоліком цього методу є те, що для акумуляторів малої ємності неможливо поповнити енергію. Активний метод балансування є методом дисперсійного балансування трансформатора, метод балансування індуктивності, метод балансування ємності, і так далі.

Однак важко розробити топологію з великим розміром простою інтеграцією, низькою вартістю, високою швидкістю балансування та високою надійністю для балансування схем.

В останні роки проектування схеми активного балансування на основі ємності стає здійсненим завдяки появі різноманітних ємностей великої ємності та малого об'єму. Водночас він має наступні переваги, витрачається.

Водночас він має наступні переваги, витрачається дуже мало енергії в процесі балансування, процес балансування не виробляє тепла, і балансування можна розпочати під час заряджання, розряджання та збереження (рисунок 2.1).

Для розгортання системи використовується технологія (IoT), а саме програмне забезпечення Grafana використовується для аналізу та візуалізації даних, розміщене на мікрокомп'ютері Raspberry Pi.

Інтелектуальні електромережі, наприклад інтелектуальні електромережі та мікромережі, також використовують переваги LiB, щоб справлятися з перебоями у відновлюваних джерелах енергії та забезпечити стабільну напругу.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

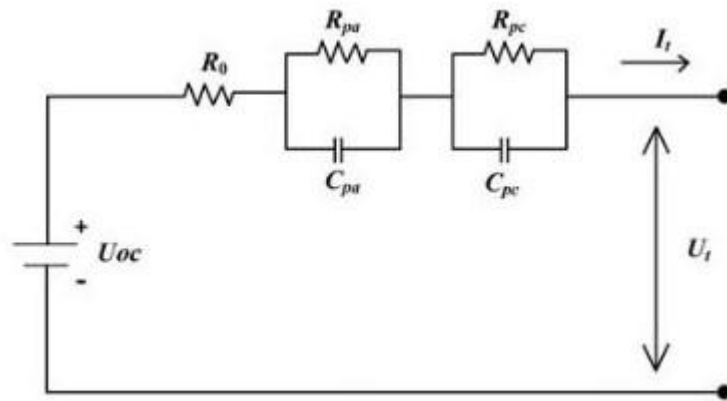


Рисунок 2.1 – Модель RC другого порядку

Зберігання енергії за допомогою літій-іонних батарей (LiBs) набуває все більшої кількості як у комерційно доступному обладнанні, так і в дослідницькій діяльності. У цьому контексті завдання моніторингу та збору даних необхідні для належної роботи та постійного спостереження та відстеження LiB. У цій статті представлена система моніторингу, присвячена візуалізації роботи LiB. Інтернет речей.

Користувач може отримати доступ в режимі реального часу до графічної та числової інформації про величини LiB (струм, напруга, температура, стан заряду тощо).

Ця пропозиція є новинкою в науковій літературі, оскільки вона долає обмеження, визначені в попередніх роботах, такі як відсутність довготривалої роботи, середньої потужності/ємності, попереджень щодо безпечного діапазону критичних величин, реальних умов експлуатації та сумісності /управління сумісністю.

Повідомляється про проектування та впровадження системи моніторингу разом з експериментальними даними LiB, щоб підтвердити її здійсненність та успішну роботу (рисунок 2.2)

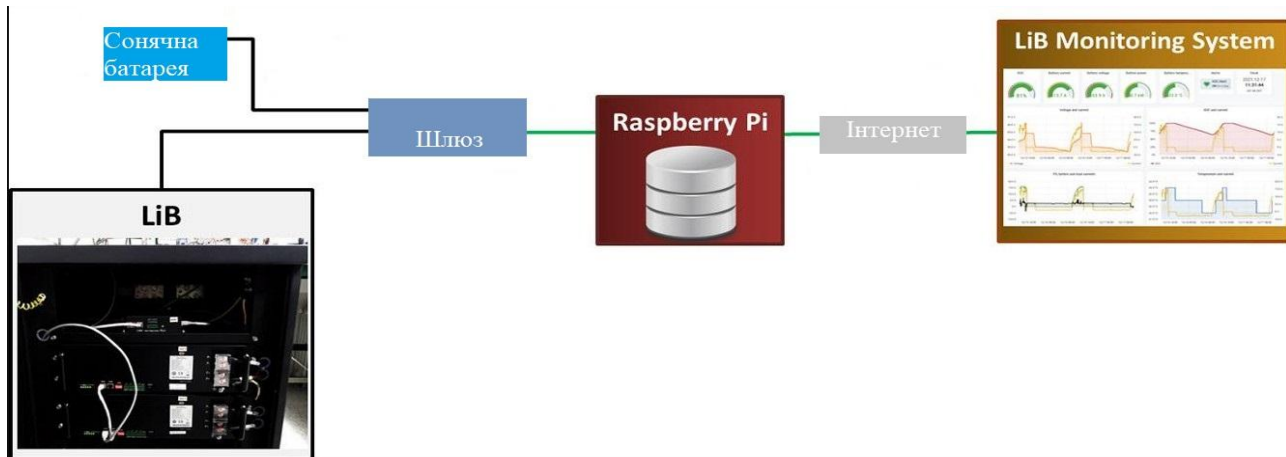


Рисунок 2.2 – Виведення на екран показників батареї за допомогою мікроконтролера Raspberry Pi

Мікромережа працює в автономному режимі, виконуючи баланс потужності для визначення диспетчеризації енергії між компонентами виробництва та споживання. Зокрема, рівняння ілюструє баланс потужності, де P відповідає потужності, що забезпечується або споживається кожним компонентом. На рисунку 2.3 зображено блок-схему алгоритму диспетчеризації потужності.

Навантаження та LiB подаються від фотоелектричної матриці, а LiB SOC оцінюється. Якщо цей параметр перевищує порогове значення SOC і є доступна фотоелектрична потужність, виробництво водню відбувається за допомогою PEWE. Якщо батарея розряджена, тобто SOC нижче мінімального рівня і є доступний водень, HPEFC вмикається для генерації енергії живлення навантаження.

В останні роки проектування схеми активного балансування та високою надійністю для балансування на основі ємності стає здійсненним завдяки появі різноманітних ємностей великої ємності та малого об'єму.

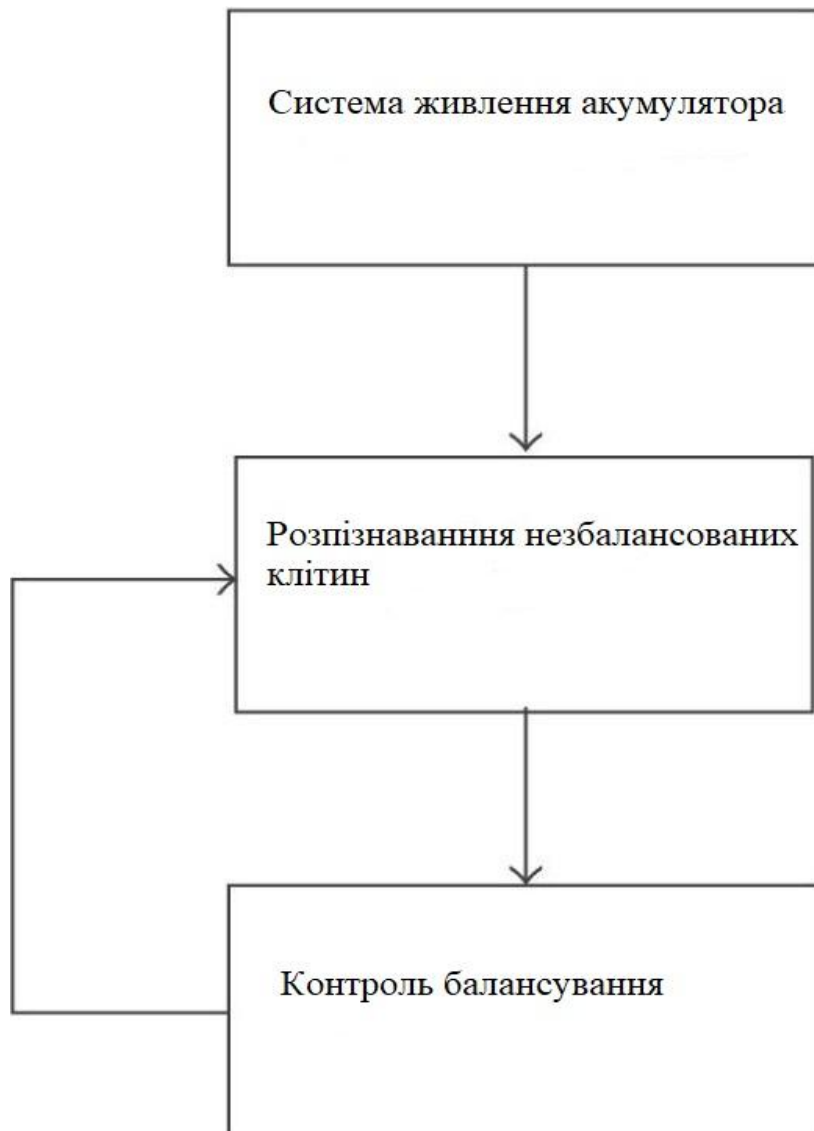


Рисунок 2.3 – Розробка алгоритму балансування

Налаштування мінімальної балансуючої напруги просто запобігає надмірному розрядженню елементів. Для цього значення можна встановити досить низьку напругу, часто напругу, що відповідає приблизно 25% стану заряду

Наразі широко використовувані методи оцінки SOC включають метод напруги відкритого ланцюга, метод інтеграції струму нейронну мережу і Калмана алгоритм фільтра.

Метод OCV вимагає вимірювання OCV батареї після збереження батареї протягом тривалого часу, а потім оцінити відповідний SOC за допомогою пошуку в таблиці. Поточний метод інтеграції може точно оцінити SOC акумулятора, але цей метод потребує точного початкового значення SOC. Нейронній мережі

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потрібна велика кількість історичних тестових даних для навчання та тестування алгоритму.

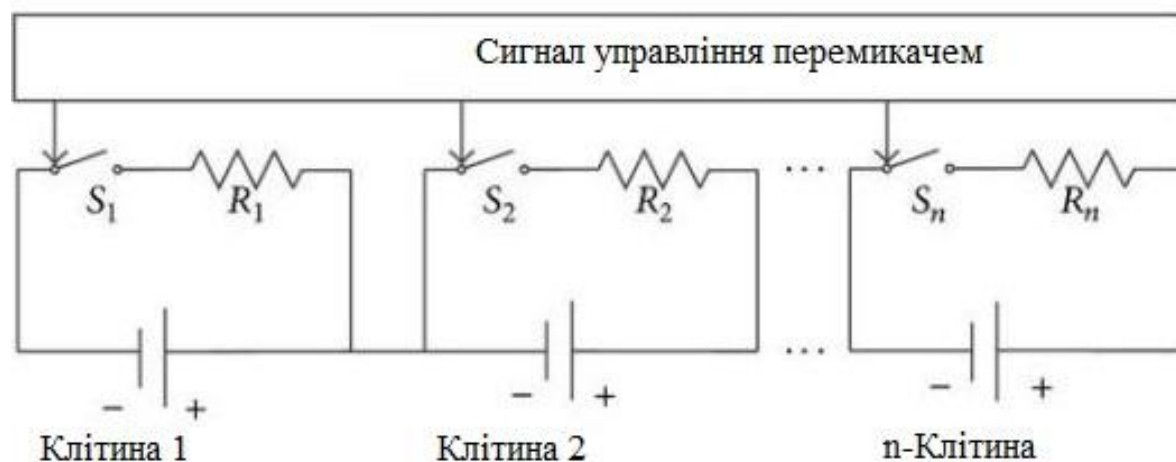
Розрахунок цього методу дуже великий, і його важко застосувати в обладнанні з низькою обчислювальною потужністю. Алгоритм розширеного фільтра Калмана (ЕКФ) є розширеною формою стандартного фільтра Калмана в нелінійному випадку, і це ефективний рекурсивний фільтр. За допомогою розкладання в ряд Тейлора нелінійна система лінеаризується, а потім сигнал фільтрується за допомогою фільтра Калмана, який показує чудову продуктивність в оцінці SOC батареї.

Спочатку збирається напруга на клеммах кожної батареї, а потім SOC кожної батареї точно оцінюється за допомогою алгоритму ЕКФ. Після цього розробляється схема активного балансування на основі розрахункового SOC і ємності.

Під час робочого процесу схеми балансування енергія ємності заряджається акумулятором, SOC якого вищий, ніж у інших акумуляторів, щоб уникнути перезаряду акумулятора.

Метод балансування швидко та значно покращує загальну невідповідність акумуляторної батареї в експерименті.

Як показано на рисунку 2.4 кожна батарея має схему балансування яка включає резистор і перемикач, з'єднані послідовно.



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ

Арк.

7

Рисунок 2.4 – Схема балансування пасивної комірки

2.2 Проектування структури функціоналу заряду батареї

Як видно на рисунку 2.5 модель акумуляторної батареї складається з п'яти літій-іонних батарей, з'єднаних послідовно

Як видно, модель акумуляторної батареї складається з п'яти літій-іонних батарей, з'єднаних послідовно, і кожна батарея складається з восьми елементів, які також з'єднані послідовно.

Ємність і номінальна напруга комірки становлять A і B відповідно, а значення інших параметрів наведено в таблиці 2.1.

Модель SILP для BMS в основному включає модель блоку керування програмного забезпечення системи керування акумулятором, модель акумулятора, модель системи живлення та модель колеса.

Вся модель віртуального середовища показана на рисунку 2.7. Цикл випробовувань використовується для перевірки типу викидів і споживання палива транспортними засобами. Цикл включає в себе чотири сегменти, які повторюються без перерви за якими йде один сегмент.

Що б детально порівняти ефективність алгоритму балансування виявлення викидів з традиційними алгоритмами балансування, моделлю зарядки/розрядки постійного струму та моделлю платформи програмного забезпечення в циклі.

А SOC для моделі повністю зарядженого елемента становить 100%, а для моделі з порожнім елементом 0%.

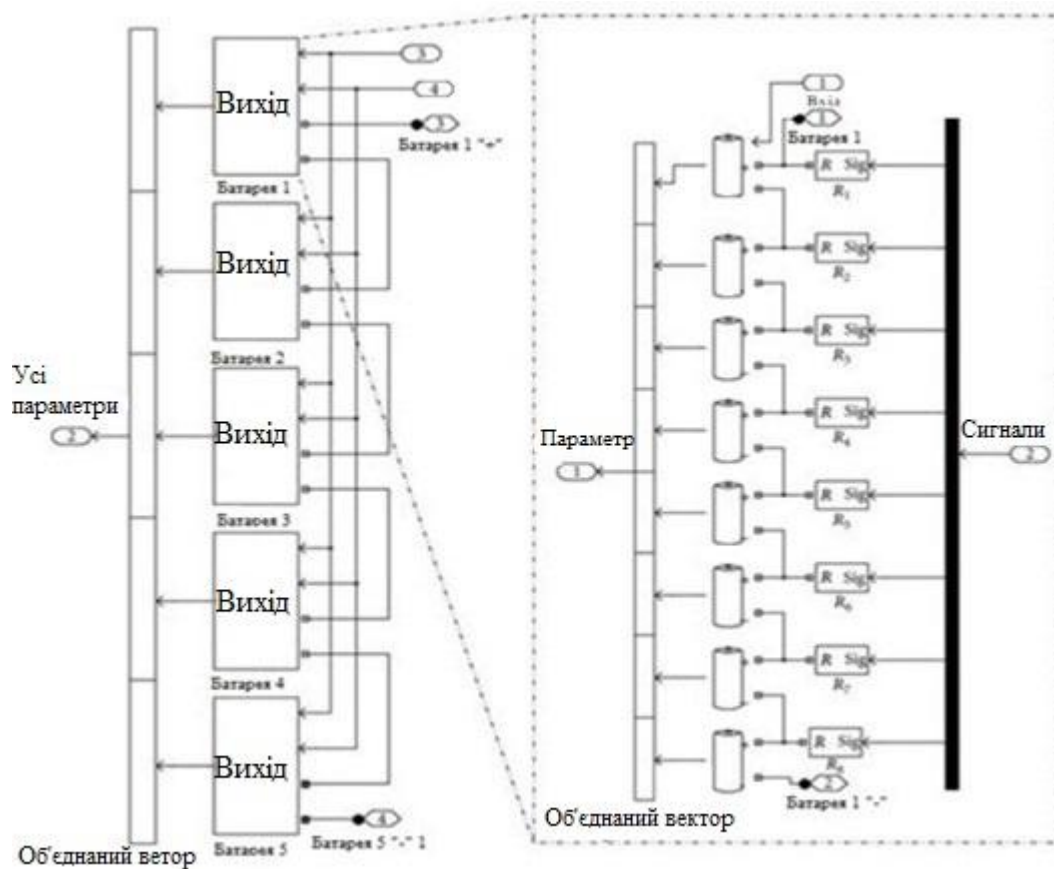
Ось кілька припущень, щодо моделі елемента батареї в Simulink, параметри моделі виводяться з характеристик розряду та вважаються такими ж для заряджання (рисунок 2.6).

Внутрішній опір має бути постійним під час заряджання та циклів розряду та не змінюється залежно від амплітуди струму (таблиця 2.1) (рисунок 2.10).

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Параметри елементу батареї

№	Параметри	Значення	Одиниця
1	Номінальна потужність	3.6	V
2	Номінальна місткість	6.5	Ah
3	Максимальна місткість	6.5	Ah
4	Повністю заряджена	4.2	V
5	Номінальна	2.82	A
6	Внутрішній опір	0.005	Ohm
7	Ємність при Н.П	5.87	Ah



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ

Арк.

9

Рисунок 2.5 – Принципова діаграма імітаційної моделі блоку і акумулятора

Внутрішній опір має бути постійним під час заряджання та циклів розряду та не змінюється залежно від амплітуди струму (таблиця 2.1) (рисунок 2.10). Саморозряд батареї не представлено, і батарея не має ефекту пам'яті. Модель не вимірює температуру в обліковому записі. LiB діє як короткострокове накопичувач енергії мікромережі, призначеної для виробництва екологічно чистого водню з фотоелектричної генерації. З цією метою навколо LiB відбувається розподілене виробництво та споживання електроенергії та водню. Фотоелектрична матриця, що складається з 6 монокристалічних модулів, відповідає за перетворення падаючого сонячного випромінювання в електрику для живлення LiB та електронного програмованого навантаження.

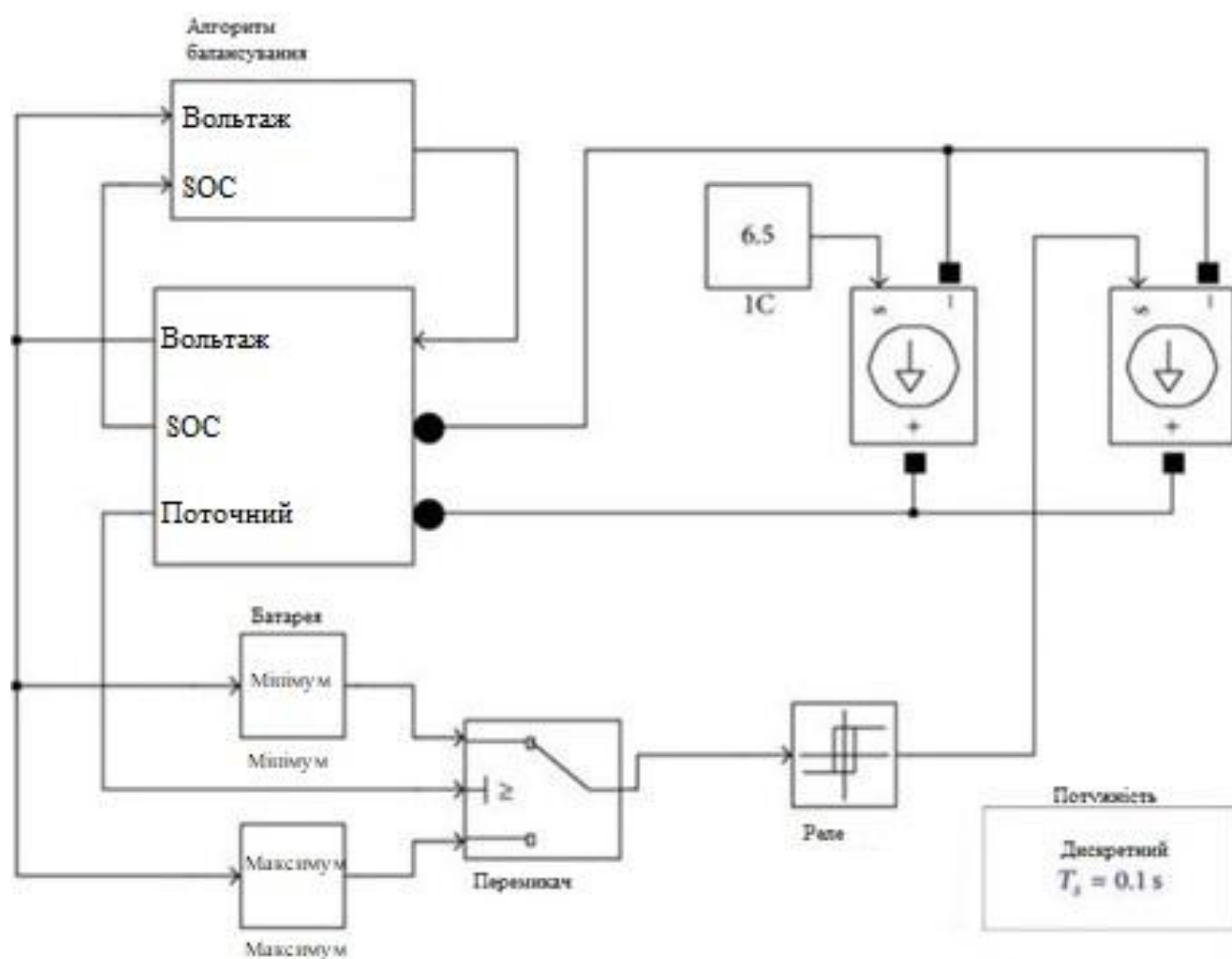


Рисунок 2.6 – Модель заряду – розряду постійного струму

Рання стадія проектування значно підвищує надійність алгоритмів, крім того модель SILP може симулювати більше річних робочих умов, і результати моделювання мають більш езначення реального проектування порівняно з моделлю CCCD. Завдяки дубльованій модульності усунення несправностей і обслуговування простіше, а розширення до акумуляторних батарей більшого розміру є простим.

Таблиця 2.2 - Порівняння продуктивності алгоритмів

№	Стандарт оцінювання	Не збалансована	Балансування на основі напруги	Балансування на основі SOC	Баланс виявлення викидів
1	Час тесту	-	57264	39074	22052
2	Час балансування	-	16666	15795	15752
3	Зниження К.Є	-	0,584	0,584	0,584
4	Частота вмикань і вимикань	-	1150	2	2
5	Зупинка заряду				
6	Загальна напруга	161,214	164,738	164,963	165,738
7	Діапазон напруги	0,174	0,058	0,003	0,003
8	Дисперсія напруги	0,028	0,009	0,004	0
9	Розрядка обриву				

Кінець таблиці 2.2 – Порівняння продуктивності алгоритмів

10	Загальна напруга	149,994	149,965	150,882	149,965
11	Діапазон напруги	0,034	0,005	0,002	0,002
12	Дисперсія напруги	0,005	0,003	0	0
13	Діапазон комірок	10%	1,030%	1,025%	0,999%
14	Дисперсія клітин	1,581	0,162	0,162	0,157

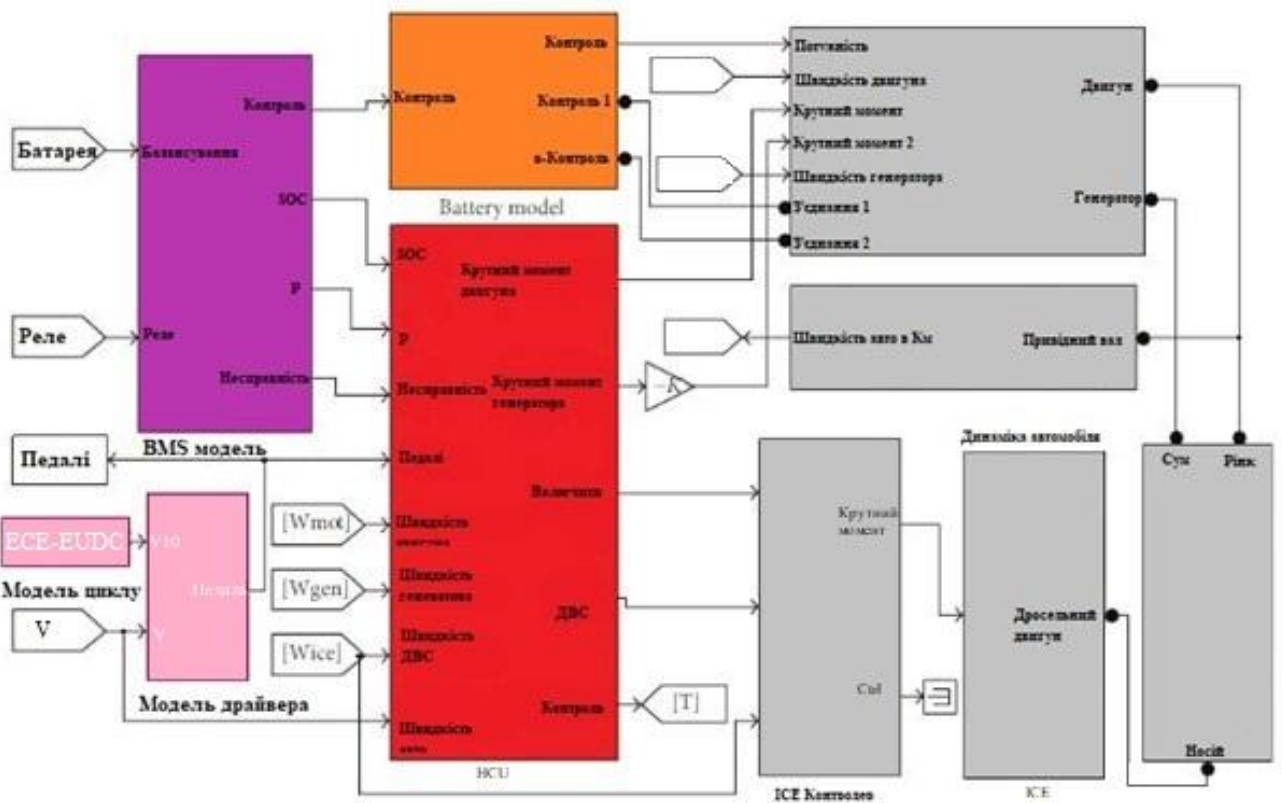


Рисунок 2.7 - Модель віртуального середовища

Хімічні реакції, які відбуваються в акумуляторах LiFePO_4 , такі. Під час процесу розряду іони літію відриваються від графіту анода та рухаються до катода через електроліт.

Електрони також вивільняються з анода і забезпечують електричний струм з батареї. У процесі заряджання іони літію та електрони відокремлюються від фосфату заліза катода та переносяться на анод. Загальну електрохімічну реакцію можна побачити в.

Однак основним недоліком цього методу є велика кумулятивна похибка для тривалого періоду. Крім того, в літературі існує ряд різних методів оцінювання, таких як фільтр Калмана, підходи на основі нечіткої логіки, нейронні мережі або методи на основі найменших квадратів, що доводить актуальність цього параметра для належного моніторингу та керування LiB (рисунок 2.11).

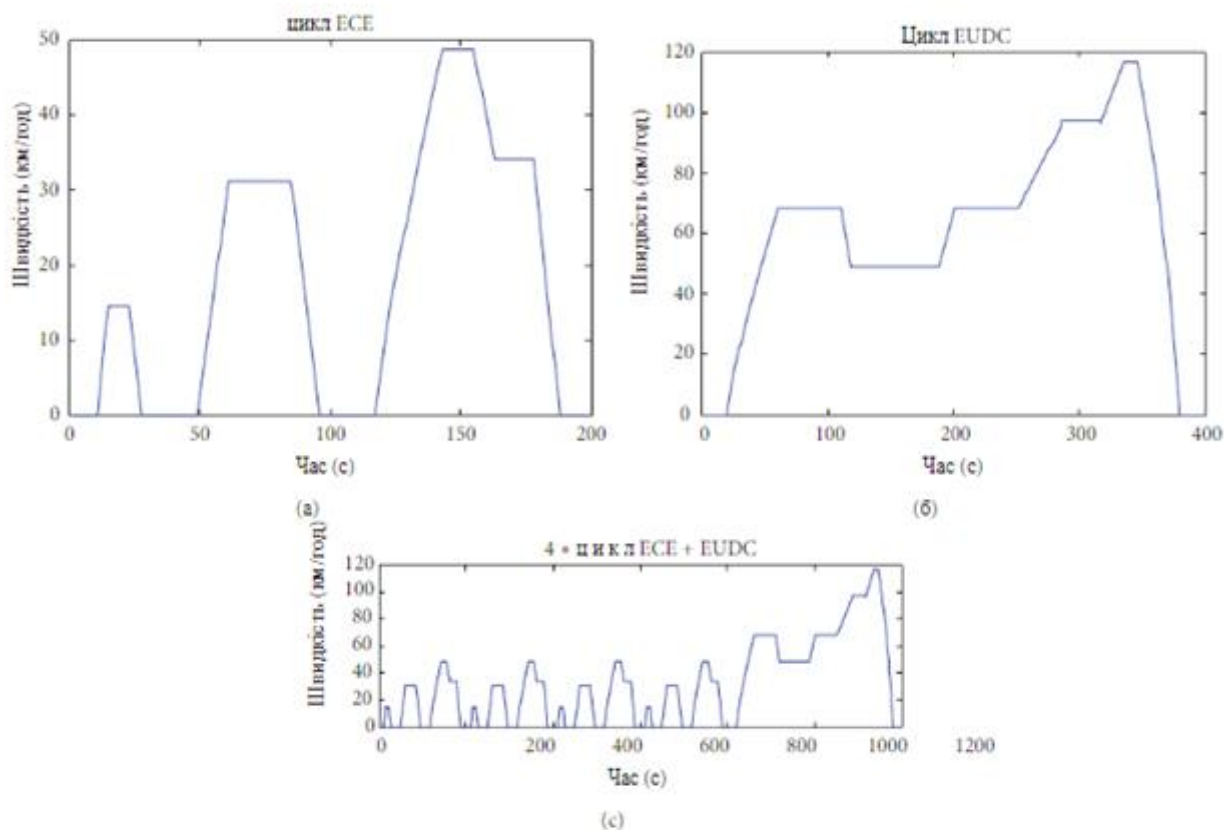


Рисунок 2.11 – Один цикл ECE + EUDC

Кінець таблиці 2.3 - Аспект бази даних для моніторингу літій-іонних батарей

12	928246	12:54	0,304	53,67	0,60	19	99
13	928245	12:53	0,305	53,67	0,60	19	99
14	928244	12:52	0,292	53,67	0,50	19	99
15	829248	12:51	0,290	53,67	0,50	19	99

Лабораторна експериментальна установка, де використовувані компоненти з'єднані між собою (Рисунок 2.13 і Рисунок 2.14). Почнемо з того, що LiB складається з двох модулів, з'єднаних паралельно, і ВМУ, розміщеного зверху, усередині шафи. Іншими зібраними елементами є зарядний пристрій МРРТ, Raspberry Pi і шлюз GX.



Рисунок 2.14 – Експериментальна установка, вид спереду

Панель приладів була організована для швидкої перевірки величин LiB за допомогою числової та графічної інформації (Рисунок 2.15). У верхній частині можна прочитати миттєві значення, тоді як графічні діаграми, що динамічно оновлюються, представляють еволюцію з часом двох або трьох змінних.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ		Арк.
							15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



Рисунок 2.15 – Raspberry Pi, шлюз GX та зарядний пристрій MPPT

Користувач може вибрати як попередньо визначені, так і настроювані часові інтервали, щоб легко відображати миттєві, короткострокові та довгострокові дані.

Можливість вибору різних інтервалів представлення є перевагою для науково-дослідних проектів, серед інших у сфері відновлюваних джерел енергії та накопичення енергії акумуляторів. Крім того, кожен панель можна переглядати на весь екран, а для вибору детальної візуалізації можна застосувати масштабування.

Такі параметри, як експорт даних, доступні для кожної панелі, тож користувач може виконати локальне завантаження даних відповідно до вибраного інтервалу часу.

Мінусом є те, що загальні витрати трохи вище, а також може дублюватися невикористовуваний функціонал в залежності від програми. Таким чином, хоча і модульні типи, витрати можуть бути нижчими, оскільки функціональність

підлеглих, як правило, простіша, з імовірними меншими накладними витратами та меншою кількістю невикористаних функцій.



Рисунок 2.16 – Аспект інформаційної панелі, присвячений моніторингу LiB

Миттєві значення найбільш релевантних величин можна побачити за допомогою числових індикаторів у формі калібрів (рисунок 2.16).



Рисунок 2.17 – Миттєві значення релевантних величин

Ціла система накопичення енергії акумулятора, яку часто називають BESS, може складатися з десятків, сотень або навіть тисяч літій-іонних елементів, стратегічно упакованих разом, залежно від застосування.

Номінальна напруга цих систем може бути менше 100 В, але може досягати 800 В, а струм живлення пакета досягає 300 А або більше. Будь-яке неправильне

використання блоку високої напруги може спровокувати катастрофічну катастрофу, яка загрожує життю.

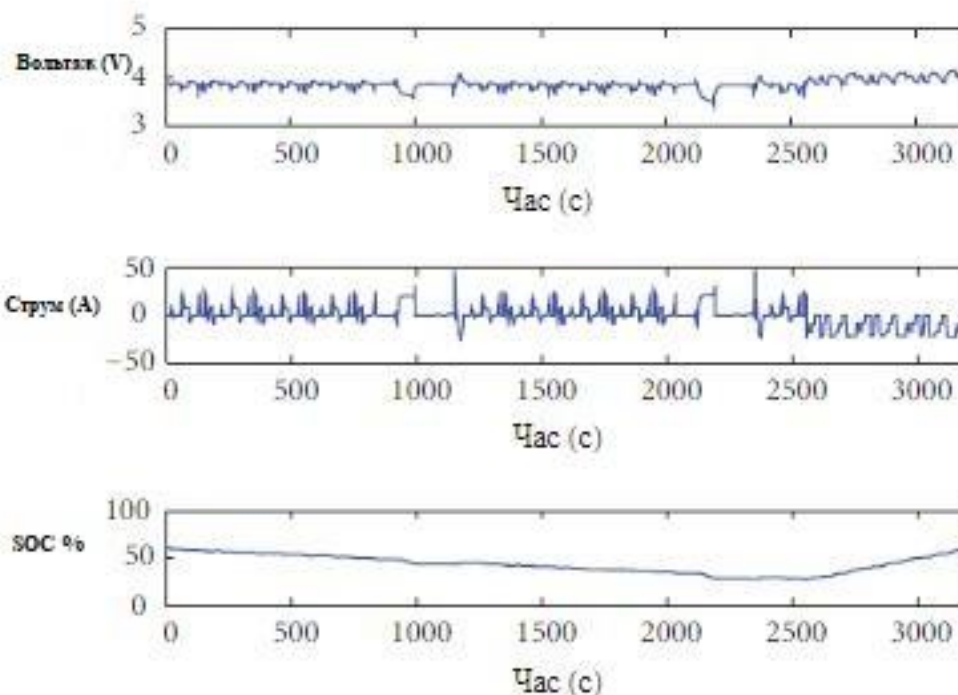


Рисунок 2.18 – Напруга, струм та SOC протягом одного циклу занурення ECE+EUDC

2.3 Висновок до розділу 2

В даному розділі було розібрано алгоритм та методи балансування акумуляторів, вирішення проблем, пов'язаних з тим, що існуючі алгоритми балансування не можуть точно ідентифікувати незбалансовані клітинки в літій-іонних акумуляторах у режимі реального часу.

Незбалансовані комірки були ідентифіковані запропонованими алгоритмами балансування та збалансовані методом шунтування з використанням перемикачів. Після перевірки ефективності алгоритмів балансування на двох імітаційних моделях переваги запропонованого алгоритму були виявлені в контексті моделювання та аналізу.

Алгоритм вирівнювання виявлення викидів здатний точно розпізнавати ненормальний елемент батареї та збільшувати споживану енергію та подовжувати термін служби акумуляторної батареї, що має великі перспективи та теоретичну цінність.

Розглянули методи оцінки SOC, які включають метод інтеграції струму в нейронну мережу і алгоритм фільтра Калмана. Метод OCV вимагає вимірювання батареї після збереження батареї протягом тривалого часу, а потім оцінити відповідний SOC за допомогою пошуку в таблиці.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ АКУМУЛЯТОРІВ

3.1 Розробка пристрою контролю заряду акумуляторів

Приладом можна вимірювати декілька акумуляторів одночасно, з індикацією кожного на дисплеї. Коли акумулятор розрядиться нижче допустимого рівня, він відключиться. Коли всі акумулятори протестовані, пристрій дасть сповіщення про це звуковим сигналом. Пристрій визначає тип акумулятора, його початкову напругу, та працює з NiCd та NiMh акумуляторами.

Конструкція базується на мікроконтролері ATmega168 який має 6 АЦП, які будуть використовуватись для замірів напруги батареї та струму навантаження. Кожен акумулятор потребує два АЦП, тому одночасно можна вимірювати до трьох акумуляторів.

Розберемо два тестера, спочатку на основі Arduino, а потім автономний, який є більш компактним та звільняє Arduino.

Після подачі живлення та ініціалізації, тестер очікує установку тестуваної батарейки в тримачі, про що свідчить повідомлення на екрані індикатора. Після установки батарейки на випробовування почнеться цикл замірів напруги та температури один раз в секунду. На екрані індикатора будуть відобразитись результати, енергія в Джоулях та Ватт-годинах, напруга на батарейці, температура зовнішнього повітря, та час тестування (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Відображення даних ЖК на індикаторі тестера акумулятора

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовнішні компоненти (датчик температури, резистор регулювання контрастності індикатора, резистори навантаження).

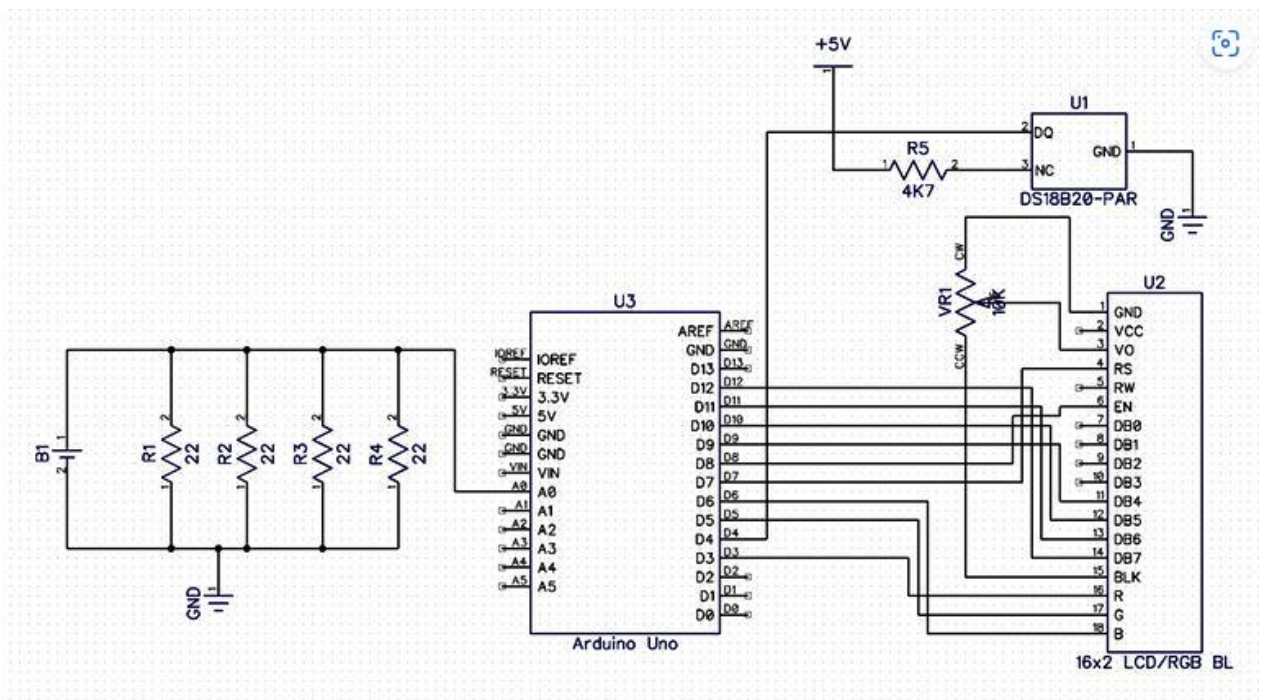


Рисунок 3.3 – Принципова схема тестера на базі платформи Arduino UNO

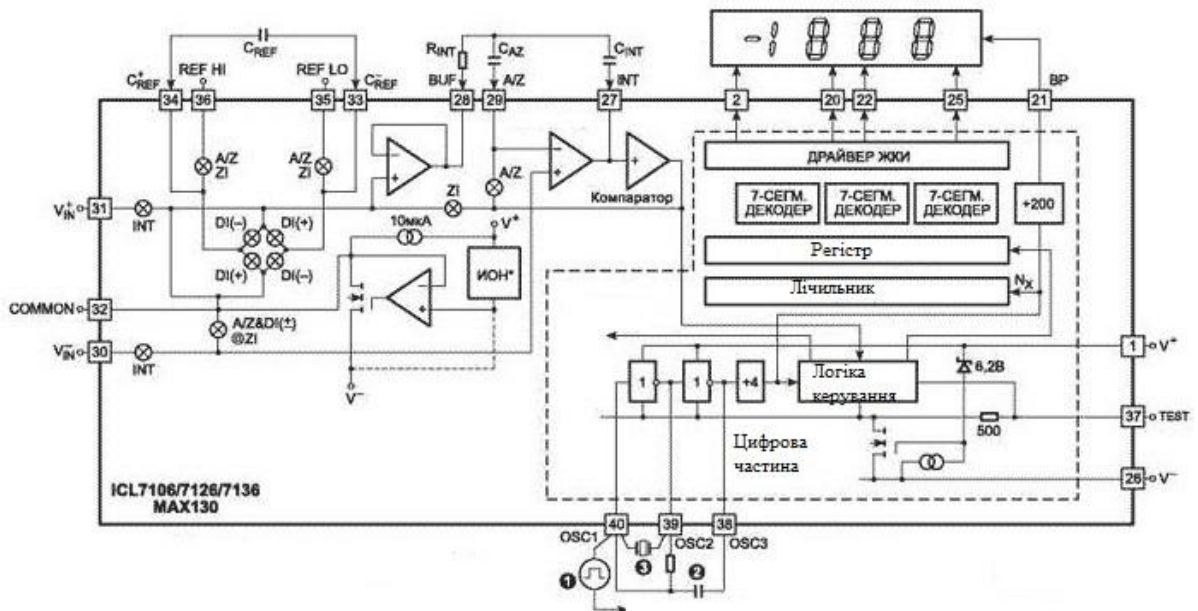


Рисунок 3.4 – Структурна схема приладу контролю стану акумуляторів

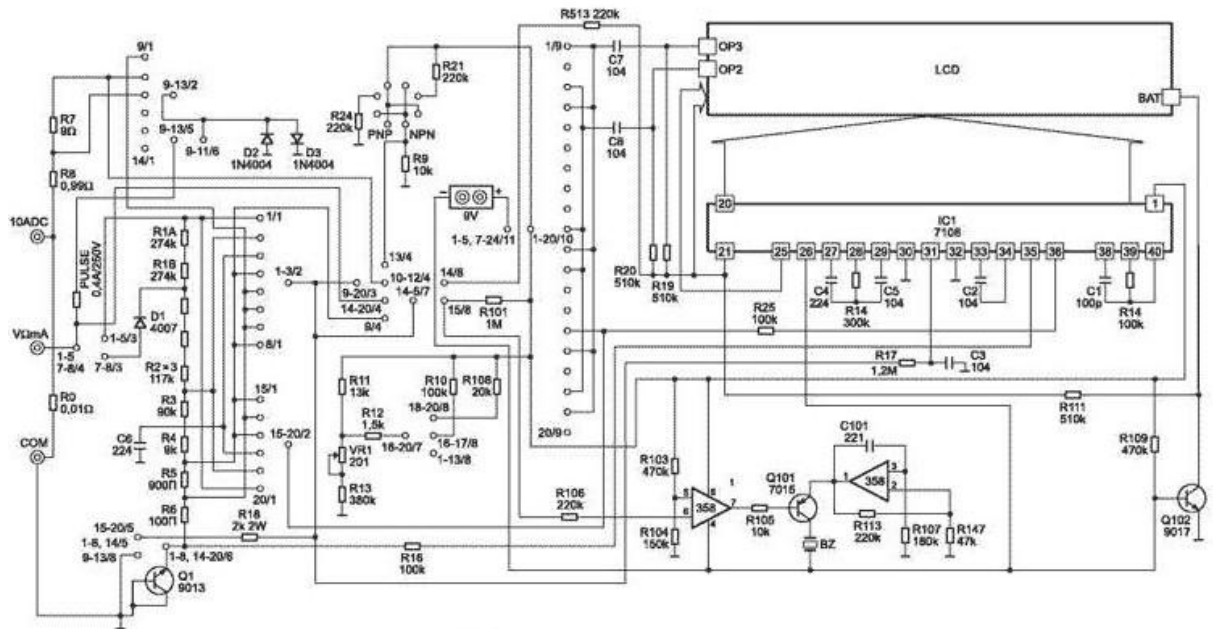


Рисунок 3.5 – Принципова схема приладу контролю стану акумуляторів

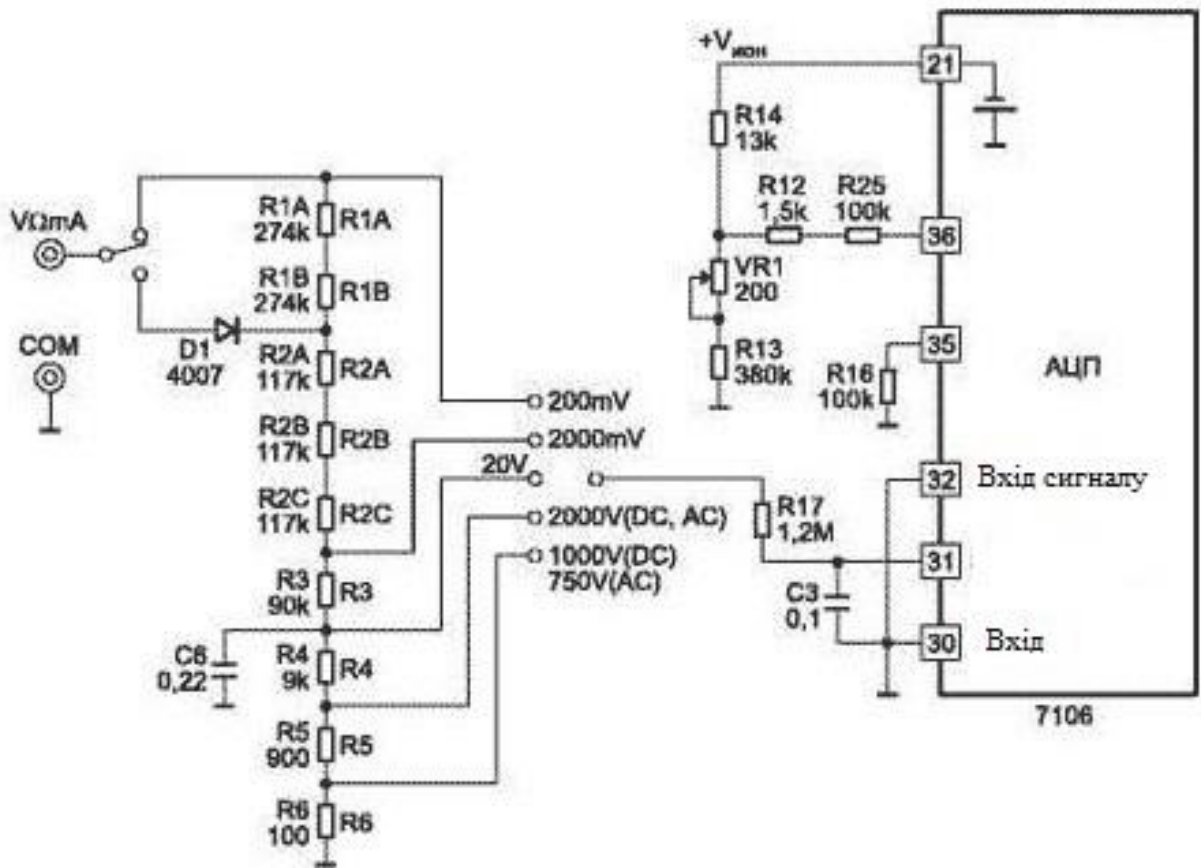


Рисунок 3.6 – Спрощена схема приладу контролю стану акумуляторів в режимі замірів напруги

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Дата

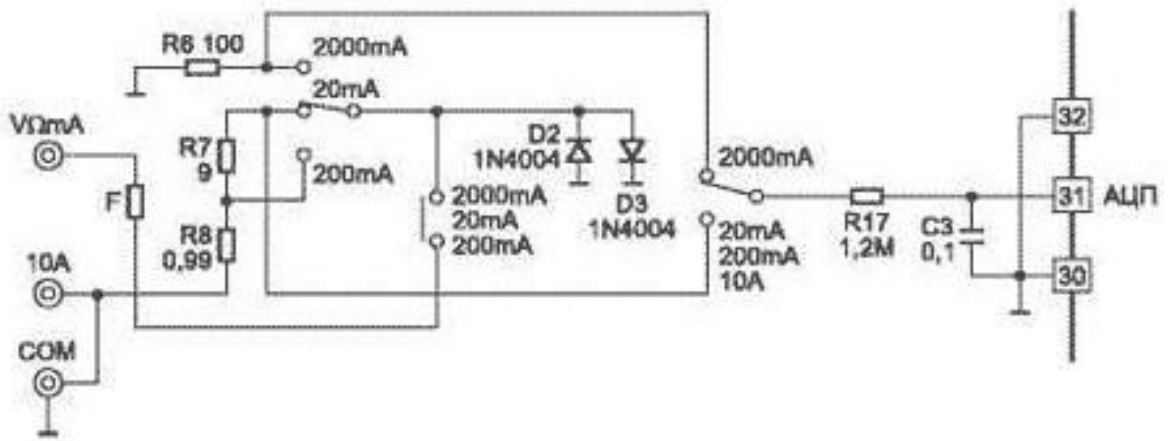


Рисунок 3.7 – Спрощена схема приладу контролю стану акумуляторів в режимі замірів струму

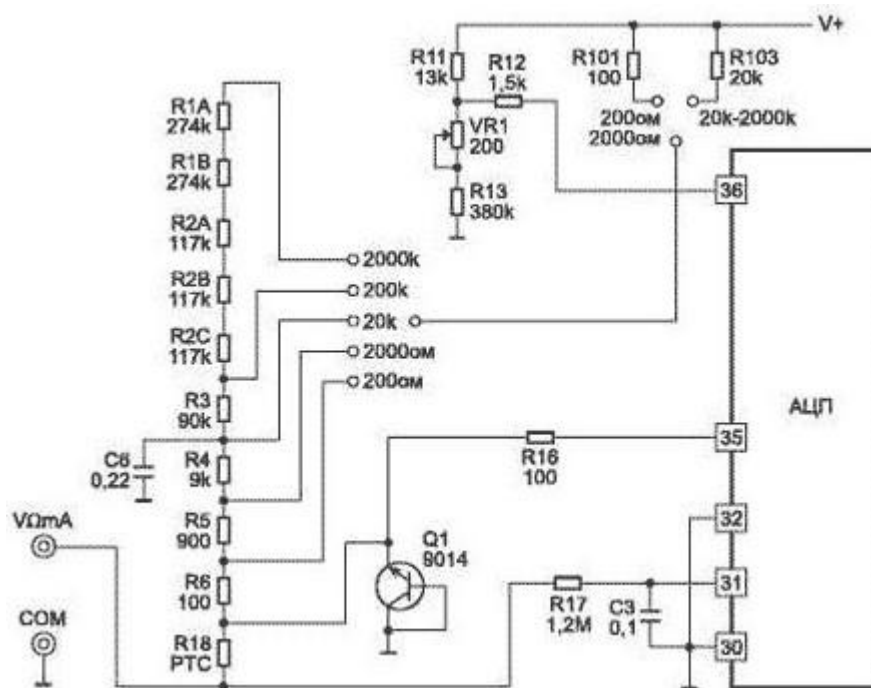


Рисунок 3.8 – Спрощена схема приладу контролю стану акумуляторів в режимі замірів супротиву

3.2 Розробка плати BMS

На основі проведеного аналізу було розроблено плата контролю акумуляторних батарей повинна містити наступні компоненти: датчик

температури, мікросхему контролю та балансування батареї, датчик струму, для зберігання конфігураційних параметрів енергонезалежну пам'ять, також важливим компонентом є драйвер попередньої зарядки BQ76200PW.

В якості датчика температури використовується термістор NTCG163JF103FTDS, для балансування акумуляторної батареї вибрано мікросхему LTC6811. Плата захисту звичайної літієвої батареї зазвичай включає мікросхеми керування, MOS-перемикачі, резистори, конденсатори та деякі допоміжні пристрої.

Інтегральна мікросхема керування керує перемикачем MOS за всіх нормальних умов, щоб елемент і зовнішнє коло були провідними, і коли напруга елемента або струм петлі перевищує вказане значення, він негайно керує перемикачем MOS, щоб вимкнутися для захисту безпеки елемента (рисунок 3.9).

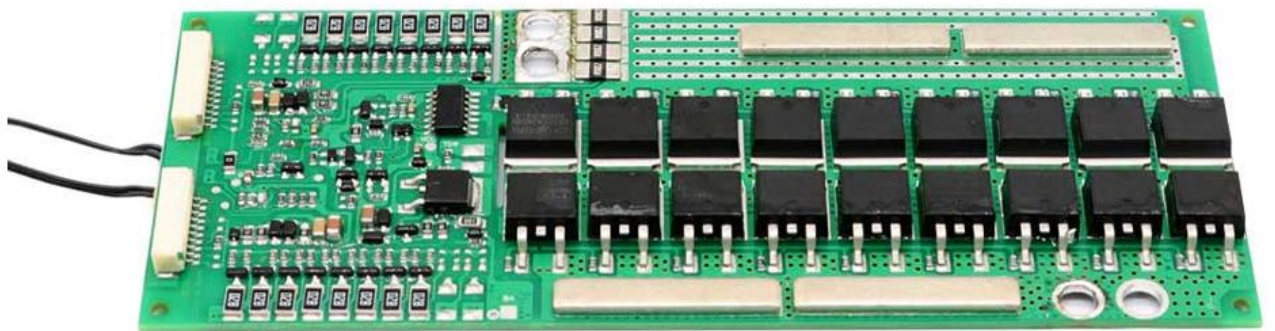


Рисунок 3.9 – Плата BMS захисту літієвої батареї

Для отримання даних про струм використовується мікросхема ADS131A04, яка є підключена до мікрореконтролера STM32F103C8 (рисунок 3.9), який опитує мікросхему та повертає опрацьовані дані про струм на головний контролер плати BMS за допомогою UART шини.

Налаштування напруги балансування початку, як правило, слід налаштувати на напругу, яка вказує на те, що комірка знаходиться в межах приблизно 5-10%

від максимального стану заряду. Для фосфату заліза це, як правило, становить близько 3,5 В і змінюється в залежності від інших хімічних речовин.

У наслідок того що один із елементів досягнув критичного стану робота системи була призупинена та кінцевий споживач спожив з системи приблизно 1/4 усієї енергії що складає 30W. Використання даної системи в подальшому є недоцільно, тому що це призведе до швидкого старіння усіх інших елементів система або пожежі через перегрів одного з елементів. Для наступного тестування було відібрано елементи з приблизно рівними внутрішніми опорами в результаті чого система пропрацювала під навантаженням значно довше до настання критичного стану, приблизно 22500с. При цьому з 56 системи було отримано 95% від загальної кількості всієї енергії, що приблизно рівне 114W. Для підключення використовується SPI1, для підключення зовнішньої периферії використовується CAN шина, для керування мікросхемою попередньої зарядки, за схемою (рисунок 3.10) підключення датчика струму та ВМВ використовується UAR2 та UART 3.

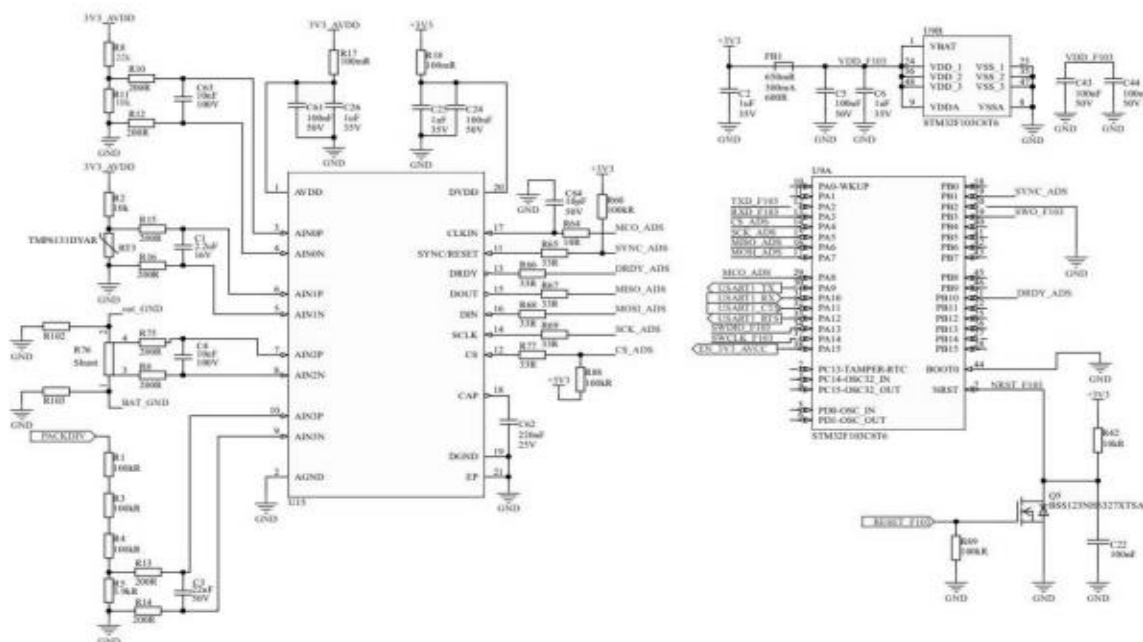


Рисунок 3.10 – Схема електрична-принципова датчика струму

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ

Арк.
26

BMS має функцію безпеки, щоб запобігти надмірному розрядженню будь-якої комірки під час балансування у разі дефектної або мертвої клітини. Мінімальний поріг напруги балансування дозволяє програмісту задати поріг напруги, при якому BMS не дозволяється відводити енергію з осередку (рисунок 3.11).

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

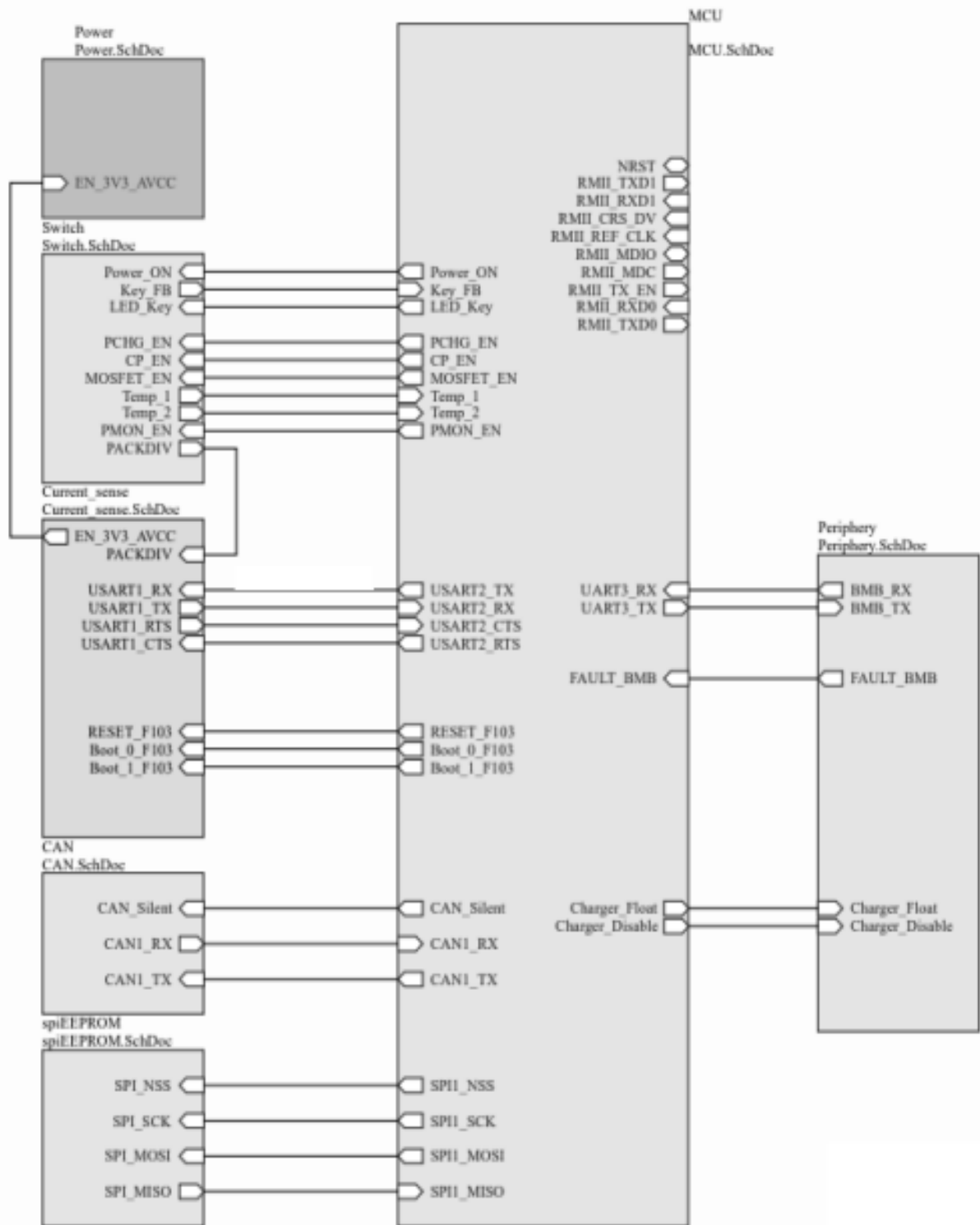


Рисунок 3.11 – Структурна схема плати BMS

Для тестування алгоритму балансування було розроблено прототип системи в яка складається з:

1. Однієї плати BMS з датчиком струму.

2. Двох плат ВМВ.
3. 12 акумуляторів типу 18650.
4. Резисторного навантаження; – лабораторного навантаження.

Для першого тестування було відібрано 12 вживаних акумуляторних батарей одного виробника з однаковою внутрішньою ємністю відповідно до документації, але з різним внутрішнім опором. У зв'язку з чим акумуляторна батарея з найбільшим внутрішнім опором розрядилась найшвидше та нагрілась до найвищої температури в порівнянні з іншими акумуляторами.

У той час як інші клітини будуть продовжувати балансувати, BMS не буде давати навантаження на жодну комірку, яка знаходиться нижче цього порогу, навіть якщо клітина нижче цього порогу потребує збалансування. Метою цієї функції є захист клітин від надмірного розряду і запобігання можливого гоночного стану, коли BMS видаляє заряд з комірок, що чергуються.

Максимальна дельта-напруга (різниця напруги від найвищої до найнижчої комірки), рекомендована становить 10 мВ для більшості літій-іонних хімікатів, таких як фосфат заліза, але може бути відрегульована трохи нижче для певних хімікатів з лінійною кривою розряду (наприклад, багато марганцевих або полімерних елементів).

Занадто низьке значення призведе до зниження або усунення ефективності алгоритму балансування, і рекомендується 10 мВ, якщо дослідження не проводилися на нижчих налаштуваннях.

При балансуванні грубо небалансового пакета вибір більшого числа, такого як 20 мВ, може збільшити швидкість балансування об'єму, але потім його слід зменшити назад до 10 мВ для більш тонкого балансування.

Налаштування мінімальної напруги балансування - це просто запобігання перерозряду клітин.

Це значення може бути встановлено на досить низьку напругу, часто напругу, що відповідає приблизно 25% стану заряду. Для фосфату заліза підходить напруга від 3,0 до 3,2в.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальна установка напруги балансування повинна бути досить низькою, щоб дозволити BMS ефективно виконувати балансування, і повинна бути нижче розрахункової напруги.

Поки BMS балансує, балансування буде час від часу зупинятися, щоб дозволити напругі клітин осідати і переоцінити баланс клітин в упаковці. Це нормальна частина алгоритму балансування і відбувається через задані проміжки часу.

Якщо сам блок BMS знаходиться при підвищеній температурі, BMS зробить паузу на більш тривалий період часу, щоб запобігти перегріванню.

Щоб запобігти небезпеці опіку, BMS взагалі не балансуватиме, коли температура радіатора вище 50C. Проблеми впровадження можуть бути виявлені та досліджені дуже рано, що дозволяє перевірити покращення продуктивності та функціональної безпеки перед впровадженням на реальному апаратному прототипі. Це скорочує час розробки та гарантує, що перший апаратний прототип буде надійним. Крім того, багато тестів автентифікації.

На рисунку 3.12 зображено зміну струму зарядки відносно часу, оскільки процес зарядки передбачає зменшення струму при зростанні напруги.

В результаті даної зарядки акумуляторні батареї було збалансовано до напруги 4.13V та енергія яка знаходилась в системі була рівна 118W, що складає 96,6% від повної ємності АКБ відповідно до OCV.

Запропонований алгоритм дає кращі результати проценту зарядки внутрішньої енергії АКБ відносно номінальної ємності в порівнянні з алгоритмом балансування на основі напруги комірки при розімкненому колі Opencircuit voltage (OCV) на 5,2%, та на 9,8% відносно алгоритм який базується на поточній напрузі комірки батареї.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

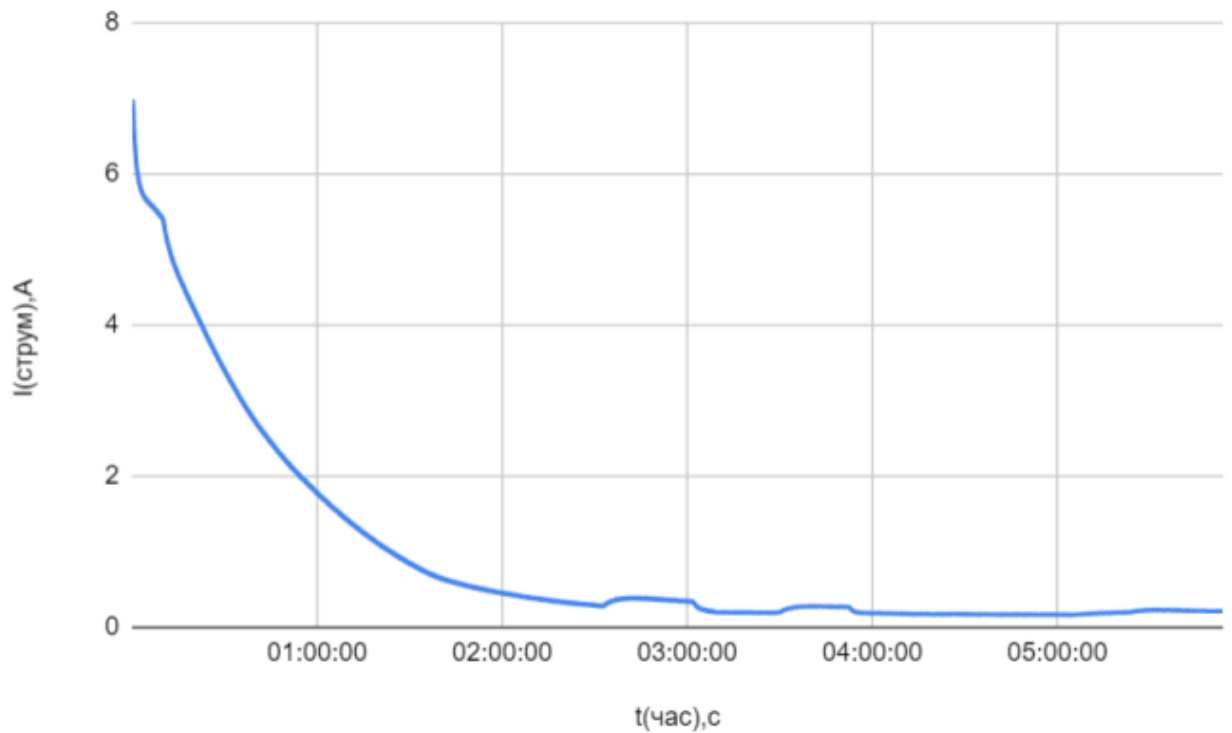


Рисунок 3.12 – Графік струму зарядки акумуляторних батарей приблизно рівним внутрішнім опором

3.3 Розробка алгоритму балансування

Зарядна станція розпочинає зарядку акумулятора, в свою чергу модуль балансування який вмонтований в батарею задає режим зарядки (звичайний режим або режим балансування). Модуль балансування - це сучасний BMS пристрій який має наступні функції: моніторингу за станом, захист від перезаряду та перерозряду елементу.

Проаналізувавши попередні алгоритми було розроблено власний алгоритм який базується на алгоритмах основних на: поточній напрузі комірки батареї та напрузі комірки при розімкненому колі Open-circuit voltage (OCV), але на відміну від запропонованих алгоритмів, балансування буде відбуватися тільки у випадку якщо батареї заряджаються - так як пасивне балансування під час розрядки є недоцільним.

Для точності вимірювань необхідне попереднє створення таблиць залежності ємності акумулятора від напруги (OCV) та внутрішніх опорів кожного елемента батареї. Результуючий алгоритм включення системи контролю можна розбити на наступні етапи:

1. Старт системи а та перевірка підключеності усіх необхідних компонентів.
2. Визначення напруги на кожній банці та визначення температури батареї.
3. Визначення енергії акумулятора за таблицею OCV.
4. Визначення стану батареї: розрядка чи зарядка. В залежності від стану включення або виключення балансування.

Без балансування незбалансовану комірку в акумуляторній батареї неможливо було повністю розрядити перед заряджанням, а звичайні елементи не можна було повністю зарядити перед заряджанням протягом усього циклу випробування, як показано на малюнку .

Отже, кількість корисної енергії акумуляторної батареї зменшилася в кінці процесу заряджання. Завдяки балансуванню на основі напруги загальна напруга (припинення заряджання) зросла до 164.738В.

З метою вирішення проблеми, пов'язаної з тим, що існуючі алгоритми балансування клітинок не можуть точно ідентифікувати незбалансовані клітинки в літій-іонних акумуляторах у режимі реального часу, у цій статті було запропоновано алгоритм, заснований на виявленні викидів.

Незбалансовані комірки були ідентифіковані запропонованими алгоритмами балансування та збалансовані методом шунтування з використанням перемикачів. Після перевірки ефективності алгоритмів балансування на двох імітаційних моделях переваги запропонованого алгоритму були виявлені проблеми в інженерії.

Для коректності включення системи під час її старту необхідно визначити внутрішній опір комірок (рисунок 3.12).

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

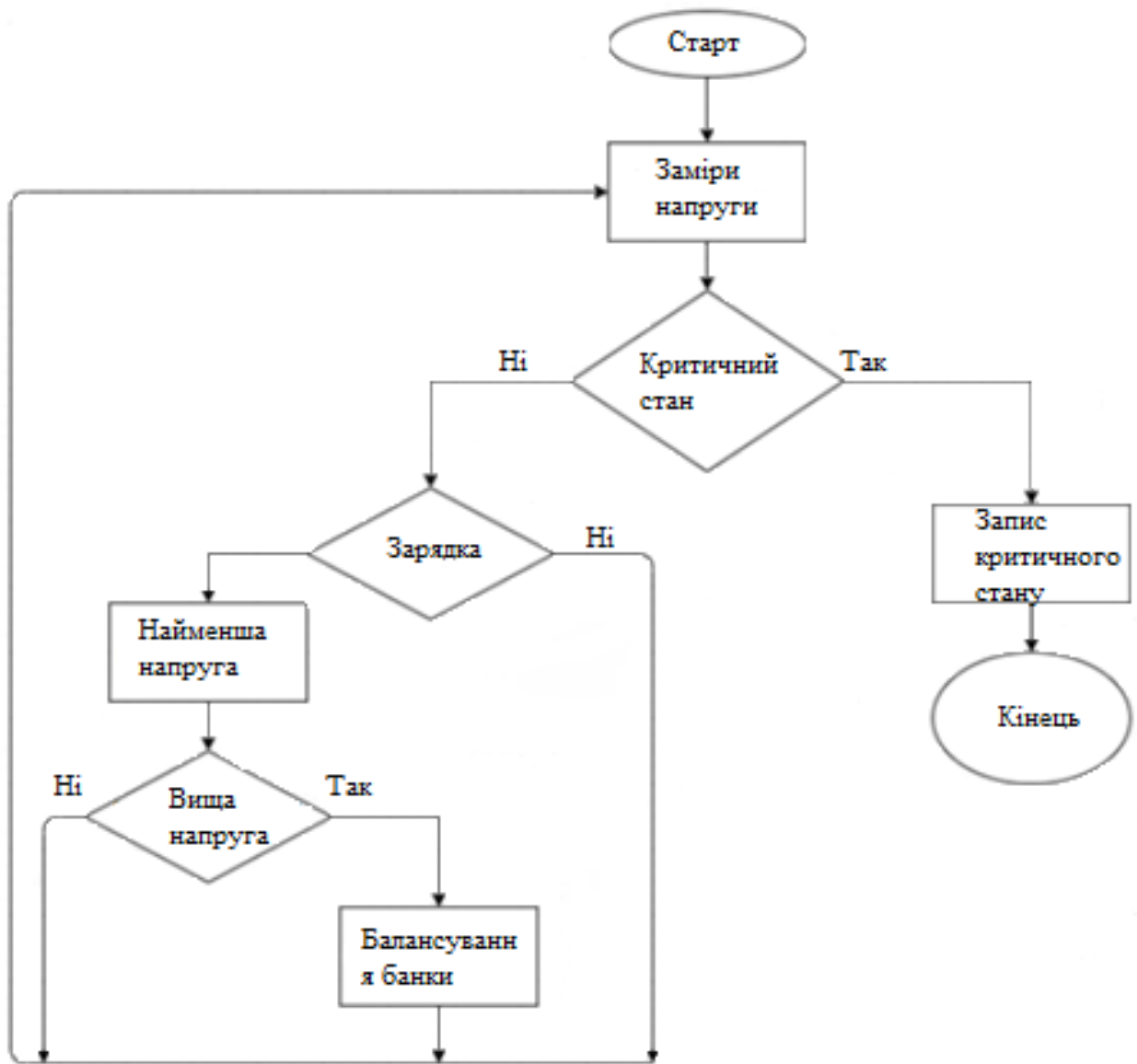


Рисунок 3.12 – Алгоритм системи балансування

Різниця внутрішніх опорів за приблизно однакової напруги має немає сильно відрізнятися якщо дана умова не справджується - робота системи з таким акумулятором неможливою тому що АКБ є надто деградованим та продовження роботи може призвести до завдання шкоди навколишньому середовищу.

Якщо внутрішній опір є приблизно рівним система обчислює внутрішню енергію батареї за допомогою таблиць OCV після чого розпочинає роботу.

Тільки у стані зарядки включається балансування акумуляторної батареї. Балансуються комірки, які мають напруг більшу ніж напруга на мінімальній

комірці 47 на ΔV . Час балансування системи складає 75% часу зарядки та відбувається струмом 100mA.

3.4 Програмні засоби для перевірки працездатності та функціонування приладу

Для перевірки працездатності тестера на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань розроблена його програмно інструментальний засіб, за допомогою якого проводиться перевірка його працездатності та правильності функціонування розробленого програмно-технічного пристрою вимірювання.

Програма написана на мові C і досить абстрагована від системи команд самого контролера, оскільки оператори цієї мови не прив'язані до команд контролеру.

Для реалізації однієї команди використовується не одна, а кілька команд для контролеру. Для запису кожної її команди вона уже використовує свої оператори та псевдо оператори.

Текст програми, який представлений у лістингу, в основному сформовано автоматично тому більшу частину програми тут займає його функція main. Тому вся ця програма забезпечена докладними її коментарями, які тут також сформовані автоматично системою.

У програмі винятки становлять усі україномовні коментарі, які уже додано вручну та у три рядки в кінці самої програми (Рисунок 3.13).

Даний алгоритм повторюється декілька раз для одних і тих самих блоків, але з різною напругою.

Після завершення навантаження необхідно закрити транзистори та усереднити отримані дані. За цими даними можна визначити внутрішній опір кожного елемента батареї та записати його на енергонезалежну пам'ять. Результат визначення внутрішнього опору для літійонних акумуляторів. Як, видно, з рисунку

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.14 внутрішні опори в межах одного блоку є приблизно однаковими з чого можна зробити висновок, що даний блок є рівномірно деградованим, але опори в межах системи є кардинально різними що призводить до недоцільності використання даних блоків в одній системі.

~~~~~Module 1 ~~~~~			
U0	U1	I	R
4.065	3.998	27.907	= 0.0023820
4.054	3.982	27.907	= 0.0025898
4.092	4.019	27.907	= 0.0026062
4.069	3.999	27.907	= 0.0025009
4.070	4.002	27.907	= 0.0024374
4.067	4.000	27.907	= 0.0024100
~~~~~Module 2 ~~~~~			
U0	U1	I	R
4.003	3.961	27.907	= 0.0014941
4.007	3.960	27.907	= 0.0016937
4.009	3.964	27.907	= 0.0016049
4.007	3.960	27.907	= 0.0016821
4.006	3.961	27.907	= 0.0016001
4.007	3.965	27.907	= 0.0015256

Рисунок 3.14 – Внутрішній опір елементів акумуляторної батареї

У програмі подивимося, як відбувається присвоєння усіх його значень. Регістру CLKPR тут присвоюється його основне значення 0x80.

Для присвоєння ж такого значення використовується символ «= \Rightarrow » чи дорівнює. У цій мові опису такий символ називається оператором для його привласнення.

Таким же самим чином тут присвоюються значення також і усім іншим його регістрам. Регістрам портів PORTB1 та PORTD1, DDRB1 та DDRD1 присвоюється значення у 0x000, а у регістри PORTC1 уже записується 0x02, а для DDRC1 значення 0x08. Тут основний її цикл для програми це є обов'язковий її елемент для будь-якої програми для різних мікроконтролерів.

Пристрій під керуванням програмами перевірки працездатності повинен виконувати наступну його функцію:

1. Підключати до потрібного каналу його АЦП канал для виміру.
2. Запускати сам АЦП та вираховувати код його результату виміру.

3. Отриманий код АЦП розраховує значення його напруги, яка тут вимірюється.

4. Підтримувати процес для його динамічної індикації.

Основна програма має виконувати наступну послідовність роботи:

1. Ініціалізація його портів для вводу та виводу самого контролера.

2. Ініціалізація семи сегментного його індикатору.

3. Встановлення робочого режиму для його робочого АЦП.

4. Ініціалізація показників для адресу буфера його індикації.

В робочому циклі дана програма повинна виконувати наступні дії:

1. Виміряти за допомогою їх АЦП його вхідну напругу.

2. Розрахувати його вихідне значення параметрів.

3. Завантажити результати вимірів у буфер його індикатору.

4. Вивести дані на його семи сегментний індикатор відображення.

Тому програма налагодження завжди створює свою заготовку для цього його циклу. Тут же створюється цикл, тіло якого поки що ще не містить ніяких команд, а у тому місці, де програмісти мають розташувати свої команди, що утворюють усе це тіло для цього циклу, програма поміщає туди спеціальне її повідомлення, що запрошує уже програміста вставити туди код для його програми - Будь ласка, вставте ваш код.

Тому тут є можливість де основний цикл тут можна спростити до всього однієї її команди як то $PORTC3 = PINC1$, що означає що регістру PORTC присвоюється значення його регістру типу PINC1.

У програмі виконуючи багаторазово у нескінченному циклі, ця команда проводить присвоєння уже постійно щоб переносити вміст порту PC1 у порт PC3 та реалізуючи тестер на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань розроблений алгоритм для перевірки працездатності та функціонування самого приладу.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Висновки до розділу 3

У розділі кваліфікаційної роботи проведено програмно-апаратну реалізацію пристрою на базі мікроконтролерної системи у рамках якої було розроблено алгоритму роботи для програми для цифрового який показує, що згідно алгоритму її основна робота для такого мікроконтролеру це організація його трьох розрядної динамічної її індикації де сам час для індикації кожного такого розряду приблизно дорівнює 5мс. Також провели розробку та тестування системи контролю та балансування літій-іонних батарей. Розробка передбала такі елементи:

1. Розробку алгоритму балансування.
2. Розробку плати прототипу та алгоритму її роботи.
3. Розробку датчика струму та алгоритму його роботи.
4. Розробку алгоритму визначення внутрішнього опору.
5. Розробку алгоритму створення таблиць OCV.

Розроблений алгоритм балансування дозволяє накопичення більшої кількості енергії при зарядці на послідовно включених енергіях складатиме 96.6%.

Тестування пройшло перевірку:

1. Алгоритм визначення внутрішнього опору.
2. Алгоритму створення таблиця OCV.
3. Алгоритм балансування.
4. Комунікації з BMB.
5. Коректності включення та виключення системи.

Відлік цього часу у схемі було організований за допомогою переривання по переповненню його основного таймеру. Після такої індикації для нульового розряду виконується вимір його напруги.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результат для цього перекодування тут же заноситься до реєстру його індикації. Після такої індикації уже другого розряду уся програма знову повторюється.

Також у розділі роботи було проведено проектування фрагменту програмно-апаратної реалізації системи з функцією пам'яті вимірювань.

Для реалізації програми цією мовою уже використовується не одна, а декілька її команд для нашого контролеру, а для запису кожної її команди уже використовує свої оператори.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної було досягнуто такі основні результати цієї роботи, що полягають у вдосконаленні архітектури побудови програмно-технічного пристрою контролю стану акумуляторів при випробуванні сучасних 16-розрядних контролерів, шляхом впровадження уже покращеної системи передачі їх інформації при зростанні основної динаміки передачі цих потоків, що зумовлювала актуальність теми. Основною прикладною задачею, що вирішувалась у роботі, є забезпечення інформаційної та функціональної безпеки архітектури при побудові її системи. У цій роботі метою було проектування та розробка пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні контролерів. Поставлена у кваліфікаційній роботі мета була досягнута розв'язанням наступних задач:

- було виконано дослідження та аналіз існуючих систем та пристроїв на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань;

До отриманих результати та їх новизни слід віднести, що лабораторний пристрій для формування вхідних сигналів при випробуванні контролерів дозволяє задавати електричний режим для мікросхем при їх випробуванні, контролювати їх струми споживання та задавати частоту для їх такту. Тут у одному приладі об'єднані усі необхідні інструменти для формування різних вхідних сигналів для перевірки контролерів, а область для застосування вольтметра це перевірка працездатності інтегральних схем під час та уже після проведення випробувань на різноманітні впливи. Виконання кваліфікаційної роботи поведилось у наступній послідовності, спочатку було проведено дослідження предметної області та огляд існуючих методів, засобів та технологій де на основі аналізу особливостей функціонування та побудови таких цифрових вимірювальних пристроїв було проведено обґрунтування по вибору апаратних її ресурсів та розглянуто особливості застосування контролерів у вимірювальній

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

техніці. У подальшому розглянуто вимоги до технічного засобу при розробці такого пристрою.

У кваліфікаційної роботі проведено проектування програмно-технічних засобів та досліджено схеми різних цифрових вольтметрів які тут використали у якості аналогів для проекту. Далі проведено проектування програмно-технічних засобів яке відбувалося у декілька їх етапів, одним із яких є планування проекту, який у свою чергу складається із декількох стадій його роботи. У загальному ж випадку таке планування відбувалося по наступних його етапах як проведення дослідження та аналіз економічних та технічних показників для його роботи, вибір найбільш прийнятних рішень, виконання планування такої роботи із урахуванням його конкретних програмно-технічних ресурсів та вимог до самої побудови пристрою. Також показано , що на етапі планування та проектування структури пристрою досліджується уже існуюча архітектура, визначаються різні способи роботи, вузькі їх місця та потреби для цього проекту.

Для розробки та проектування фрагментів апаратних підсистем та відображення їх принципової схеми для даного пристрою, першою його стадією для планування фрагментів підсистем та системи відображення була проведена розробка принципової схеми мікроконтролера, та пристрою зчитування інформації з акумуляторів, де раніше уже було проведено дослідження та проектування принципової схеми для різних принципів роботи та архітектури і структури. Далі було проведено програмно-апаратну реалізацію на базі системи у рамках якої було розроблено алгоритму роботи для програми пристрою який показує, що згідно алгоритму її основна робота для такого контролеру а це організація його трьох розрядної динамічної її індикації де сам час для індикації кожного такого розряду приблизно дорівнює 5мс. Також у розділі роботи було проведено проектування фрагменту програмно-апаратної реалізації системи з функцією пам'яті вимірювань. Далі у роботі розглянуто програмні засоби для перевірки функціонування пристрою контролю стану акумуляторів де розроблені його програмні інструментальні засоби, за допомогою яких проводиться перевірка

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

його працездатності та правильності функціонування для уже розробленого програмно-технічного пристрою для вимірювання.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Bird S. Klein E. Loper E. 2020. P. 288.
2. Jurafsky D. Martin J. H. Speech and Language Processing. P. 1080.
3. Manning C. D. Schütze H. Foundations of Statistical Natural Language Processing. 2017. P. 149.
4. Indurkha N. Damerau F. J. Handbook of Natural Language Processing. 2021. 252 pages.
5. Koehn P. Statistical Machine Translation. 2020. P. 444.
6. Manning C. D. Raghavan P. Schütze H. Introduction to Information Retrieval. 2009. P. 276.
7. Drury B. An Introduction to Natural Language Processing. 2015. 934 pages.
8. Silge J. Robinson D. Text Mining with R: A Tidy Approach. 2008. P. 924.
9. Clark A. Fox C. Lappin S. The Handbook of Computational Linguistics and Natural Language Processing. 2008. P. 82.
10. Grishman R. Computational Linguistics: An Introduction. 2008. P. 583.
11. Sarkar D. A Comprehensive Guide to Natural Language Processing. 2009. P. 469.
12. Goldberg Y. Neural Network Methods in Natural Language Processing. 2009. P. 12043.
13. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. 2009. P. 5612.
14. Parking Lot Occupancy URL: <https://viso.ai/application/parking-lot-occupancy-detection/> (Дата звернення: 22.04.2023).
15. Kurdi M. Z. Handbook of Natural Language Processing and Machine Translation. *DARPA Global Autonomous Language Exploitation*. 2010. Pages 6225–6232.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Weikum M. H. Kramler G. Applied Natural Language Processing. *Identification Investigation and Resolution*. 2010. Pages 7162–7166.
17. Han J. Kamber M. Pei J. Data Mining: Concepts and Techniques. *Overview of data mining covering key concepts and techniques for extracting useful information from large datasets*. 2019. Vol. 3 Pages 1–4.
18. Sarkar D. A Practical Guide to Text Analytics with Python: Analyzing Text with Natural Language Processing. *Foundations of deep learning fundamental concepts architectures and techniques related to deep learning algorithms*. 2018. Vol. 26 Pages 1307–1332.
19. Provost F. Fawcett T. Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking. *Key concepts techniques and methodologies related to data mining data analytics and their applications in business decision-making*. 2018. Vol. 125 Pages 709–716.
20. Mitchell L. Foundations of Deep Learning: Building and Training Neural Networks. 2019. Vol. 31, Pages 955–965.
21. Sarkar D. Text Analytics with Python: A Practical Real-World Approach to Gaining Actionable Insights from your Data. *Guide to text analytics using Python and natural language processing (NLP) techniques*. 2019. Vol. 7, Pages 94497–94507.
22. Struhl S. Practical Text Analytics: Interpreting Text and Unstructured Data for Business Intelligence. *Techniques, tools, and methodologies for extracting meaningful insights from text data*. 2010. Vol. 4, No. 3, Pages 285–294.
23. Van Harmelen F. Lifschitz V. Porter B. Handbook of Knowledge Representation. 2011. Vol. 24 No. 3 Pages 11–19.
24. Indurkha N. Damerau F. J. Handbook of Natural Language Processing. 2010. P. 3498.
25. Granger S. Meunier F. Phraseology: An Interdisciplinary Perspective. 2008. P. 7075.
26. Grefenstette G. Automatic Phrase Recognition in Lexical Acquisition. 2014. P. 383.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Clark A. Fox C. Lappin S. The Handbook of Computational Linguistics and Natural Language Processing. 2010. P. 70.
28. Cowie A. P. Phraseology and Culture in English. 2007. P. 324.
29. Quirk R. Greenbaum S. Leech G. Svartvik J. A Comprehensive Grammar of the English Language. 2015. P. 211.
30. Goźdz-Roszkowski S. Pontrandolfo G. Phraseology in Legal and Institutional Settings: A Corpus-Based Interdisciplinary Perspective. 2016. P. 1528.
31. Newman J. Baayen H. Corpus-Based Studies in Language Use Language Learning and Language Documentation. 2013. P. 443.
32. C.A.R. Hoare. Communicating Sequential Processes. Prentice Hall. 2015. P. 128.
33. Andrew Koenig Barbara E. Moo. Accelerated C++: Practical Programming by Example. Addison-Wesley Professional 2021. P. 86.
34. Bertrand Meyer. Object-Oriented Software Construction. . Prentice Hall 2017. P. 190.
35. David Flanagan. JavaScript: The Definitive Guide. 2011. O'Reilly Media. P. 247.
36. Jon Bentley. Programming Pearls. *Addison-Wesley Professional*. 2019. pp. 92-120.
37. Brian Goetz Tim Peierls Joshua Bloch Joseph Bowbeer David Holmes Doug Lea. Java Concurrency in Practice. *Addison-Wesley Professional* 2016. pp. 135-161.
38. Scott Meyers. Effective C++: 55 Specific Ways to Improve Your Programs and Designs. *Addison-Wesley Professional*. 2015. pp. 130.
39. Bjarne Stroustrup. Programming. *Principles and Practice Using C++*. *Addison-Wesley Professional*. 2008. pp. 268-294.
40. Tony Veale Anna Zhdanova. Cognitive Linguistics and Language Teaching. *Making Meaning Constructing Multimodalities*. 2016. P. 201-225.

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

41. Steven Bird Ewan Klein Edward Loper. Natural Language Processing with Python. *Analyzing Text with the Natural Language Toolkit*. . O'Reilly Media. 2019. pp. 191-218.

42. Jacob Perkins. Python Text Processing with NLTK 2.0 Cookbook. *Packt Publishing* 2010. pp. 87-111.

43. Nitin Hardeniya. Python: Learn Python in One Day and Learn It Well. *Python for Beginners with Hands-on Project*. CreateSpace Independent Publishing Platform. 2016. pp. 139-164.

44. Jacob Perkins. Python 3 Text Processing with NLTK 3 Cookbook. *Packt Publishing*. 2014. pp. 101-126.

45. Tony Veale Anna Zhdanova. The Language of Comics. *Word and Image*. *Bloomsbury Academic*. 2013. pp. 81-107.

46. Saif M. Mohammad. N-gram-Based Author Profiles for Authorship Attribution. *Saif Mohammad*. 2015. pp. 42-68.

47. Tony Veale Anna Zhdanova. The Language of Comics: Word and Image. *Bloomsbury Academic*. 2017. pp. 89-117.

48. Nitin Hardeniya. Python for Finance: Analyze Big Financial Data. *CreateSpace Independent Publishing Platform*. 2018. pp. 213-240.

49. Steven L. Tanimoto. The Elements of Artificial Intelligence Using Common Lisp. . *Computer Science Press*. 2020. pp. 110-139

50. What exactly is an n Gram? N-grams: Explanation + 2 applications. <https://stackoverflow.com/questions/18193253/what-exactly-is-an-n-gram> (Дата звернення: 01.05.2023)..

51. What is an N-Gram? URL: <https://deeptai.org/machine-learning-glossary-and-terms/n-gram> (Дата звернення: 23.04.2023).

52. Automatic Speech recognition: short introduction URL: <https://www.esat.kuleuven.be/psi/spraak/demo/Recog/page3.html> (Дата звернення: 27.04.2023).

					КВПКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

53. Dan Jurafsky James H. Martin. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing *Computational Linguistics and Speech Recognition*. 2019. pp. 175-195.

54. Daniel Jurafsky James H. Martin. Foundations of Statistical Natural Language Processing. 2019. P. 240.

55. NLTK Python Tutorial (Natural Language Toolkit) URL: <https://data-flair.training/blogs/nltk-python-tutorial/> (Дата звернення: 27.04.2023).

56. Smith J. Automatic Speech Recognition for Multilingual Applications. (Part of the publication: Conference Materials). *Proceedings of the International Conference on Natural Language Processing*. Paris 2022. pp. 45-56.

57. Johnson R. Deep Learning Approaches for Sentiment Analysis. (Part of the publication: Conference Materials). *Proceedings of the European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases*. Dublin 2019. pp. 102-117.

58. Williams A. Phraseology in Translation: Challenges and Strategies. (Part of the publication: Conference Materials). *Proceedings of the International Conference on Translation Studies*. Barcelona, 2018. pp. 67-80.

59. Thompson L. Advances in Natural Language Processing Techniques. (Part of the publication: Conference Materials) In: *The Annual Conference of the Association for Computational Linguistics*. Vancouver, 2023. pp. 22-35.

60. Intrusion Detectio – URL: <https://viso.ai/application/intrusion-detection/> .

61. Rezaei M. DeepSOCIAL: *Social Distancing Monitoring and Infection Risk Assessment in COVID-19 Pandemi*. Applied Sciences. 2020. Vol. 10, no. 21. P. 144.

62. Roberts L. G. Machine perception of three-dimensional solids: Thesis (Ph. D.) Lawrence Gilman Roberts. – Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Electrical Engineering, 2013. URL: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/11589/> (Дата звернення: 25.04.2023)

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

63. Connor Shorten Taghi M. Khoshgoftaar Borko Furht Shorten C. Deep Learning applications for COVID-19. *Journal of Big Data*. 2021. Vol. 8. Article 18. P. 145.
64. Sivakumar S. A. T. J. John G. T. Selvi B. Madhu C. U. Shankar K. P. Arjun IoT based Intelligent Attendance Monitoring with Face Recognition Scheme. *5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*. 2021. P. 349-353.
65. Social Distancing Monitoring 2021 URL: <https://viso.ai/application/social-distancing-monitoring/> (Дата звернення: 29.04.2023)

					КВРКІ 190362.17.03.09 ПЗ	Арк. 46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ім'я користувача:
Кафедра Ю

Дата перевірки:
22.06.2023 21:02:15 EEST

Дата звіту:
22.06.2023 21:02:32 EEST

ID перевірки:
1015679287

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
10005591

Назва документа: Яворський Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів

Кількість сторінок: 72 Кількість слів: 11304 Кількість символів: 87293 Розмір файлу: 2.58 MB ID файлу: 1015323639

3.04% Схожість

Найбільша схожість: 2.17% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011275620)

2.32% Джерела з Інтернету

26

Сторінка 74

2.84% Джерела з Бібліотеки

118

Сторінка 74

0% Цитат

Цитати

4

Сторінка 75

Посилання

1

Сторінка 75

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн звіті.

Змінені символи

3

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 5.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 21%

ID: 117803 Назва: БКР Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів Додано в БД: 2023-06-22 Автора: А. Р. Яворський Керівники: В. М. Стецюк Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	76333	520	5589 (7%)	70 (13%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Яворський Артем Ростиславович

Тема: Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 55

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою роботи є розробка програмно-технічного пристрою, що буде контролювати стан акумуляторних батарей.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи провів дослідження предметної області та постановка задачі. В другому розділі кваліфікаційної роботи виконано алгоритм балансування клітин літій-іонної батареї для системи керування батареєю. В третьому розділі кваліфікаційної роботи провів програмно-апаратну реалізацію системи контролю стану акумуляторів.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: система контролю стану акумуляторів не повністю задовольняє потреби користувача.

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

7. *Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на задовільному інженерно-технічному рівні.*


8. *Інші зауваження:* _____

9. *Оцінка дипломної роботи: задовільно, 3.0*

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

Гуцук Михайло Володимир. д-р філософії старший
викладач кафедри кібербезпеки

"26" червня 2023 р.

 _____ (підпис)

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

Яворського Артема Ростиславовича
ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-2

ЗАЯВА

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

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

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

20.06.23

дата



підпис

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

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

Назва: Програмно-технічна система контролю стану акумуляторів _____

Автор: Яворський Артем Ростиславович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Стецюк Василь Миколайович, старший викладач

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;

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 3.04% і адресується до 154 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи _____

Гарант ОП _____

Завідувач кафедри КІС _____

В. М. Стецюк

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко