

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет  
Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Володимир ЄРЕМЕНКО

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“    ”                      \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Дипломний проєкт**

**на здобуття ступеня бакалавра**

за освітньо-професійною програмою

«Інформаційні вимірювальні технології та системи»

спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

на тему: Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ВА-71

\_\_\_\_\_ Харчук Назар Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник

к.т.н., доц., Стаценко Олексій Володимирович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант

\_\_\_\_\_ (назва розділу)

\_\_\_\_\_ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент

\_\_\_\_\_ (посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проєкті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут) приладобудівний факультет  
(повна назва)

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

Освітньо-професійна програма  
«Інформаційні вимірювальні технології та системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Володимир ЄРЕМЕНКО  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проєкт студенту**

Харчуку Назару Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора

керівник проєкту Стаценко Олексій Володимирович, к.т.н., доц.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «26» 05 2021 р. №1347-с

2. Строк подання студентом проєкту 10 червня 2021 року

3. Вихідні дані до проєкту: 1. Тип акумулятора – літій-іонний. 2. Метод контролю рівня заряду – лічильник ампер-годин з функцією корекції. 3. Допустима похибка вимірювання рівня заряду – до 5 % від ємності акумулятора. 4. Живлення пристрою – від контрольованого акумулятора. Спеціальна вимога – мінімізація власного енергоспоживання

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Технічне завдання. Вступ. Огляд існуючих технічних рішень. Розробка структурної, функціональної та принципової схем. Розробка алгоритму роботи пристрою. Розрахунок метрологічних характеристик. Розробка правил техніки безпеки при роботі з пристроєм.

5. Перелік (ілюстративного) графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів тощо) Схема електрична структурна. Схема електрична функціональна. Схема електрична принципова.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 09 квітня 2021 року

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Розробка та узгодження технічного завдання	20.05.2021 р.	
2.	Огляд і аналіз існуючих технічних рішень	24.05.2021 р.	
3.	Проектування структурної схеми	25.05.2021 р.	
4.	Проектування функційної схеми	27.05.2021 р.	
5.	Проектування схеми електричної принципової вимірювальних каналів системи	01.06.2021 р.	
6.	Аналіз похибок вимірювання	04.06.2021 р.	
7.	Оформлення графічних матеріалів	до 07.06.2021 р.	
8.	Оформлення пояснювальної записки	до 07.06.2021 р.	
9.	Попередній захист дипломного проєкту	09.06.2021 р.	
10.	Рецензування дипломного проєкту	до 14.06.2021 р.	
11.	Захист дипломного проєкту	до 19.06.2021 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Назар ХАРЧУК

(ініціали, прізвище)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_

(підпис)

Олексій СТАЦЕНКО

(ініціали, прізвище)

\* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проєкту (роботи)

## АНОТАЦІЯ

В даній роботі розробляється цифрова система контролю заряду акумулятора або простими словами контролер заряду, на базі мікроконтролера ATtiny24A. Даний пристрій має два вимірювальних канали. Похибка вимірювання від 0 до 5%.

Результатом роботи є повністю готовий проект з усіма схемами, алгоритмами та розписаними компонентами.

В ході роботи було спроектовано структурну, функціональну та принципову схеми пристрою, проведено аналіз похибок вимірювання, та опис всіх датчиків розроблено програмний алгоритм.

Харчук Н.С. Цифрова система контролю заряду акумулятора. 2021 – 56 ст. Керівник: доцент Стаценко Олексій Володимирович кафедра інформаційно-вимірювальних систем.

## **ANNOTATION**

This paper develops a digital battery charge control system or in simple words a charge controller, based on the ATtiny24A microcontroller. This device has two measuring channels. Measurement error from 0 to 5%.

The result is a completely finished project with all schemes, algorithms and painted components.

In the course of work the structural, functional and basic scheme of the device was designed, the analysis of measurement errors was carried out, and the description of all sensors the software algorithm was developed.

Also in the course of work on the diploma project the section "Labor protection" was developed.

Kharchuk N.S. Digital battery charge control system. 2021 - 67 p. Head: Associate Professor Statsenko V.O., Department of Information and Measurement Systems.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ІВТ

\_\_\_\_\_ проф. Володимир Єременко

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проєкт**

**«Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора»**

**ВА71.130004.001 ТЗ**

УЗГОДЖЕНО:

Керівник дипломного проєкту,

\_\_\_\_\_  
доцент  
(Посада)

Стаценко Олексій Володимирович  
(П.І.П)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 р.

Дипломник:

ВА-71

Харчук Назар Сергійович  
(П.І.П)

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 р.

Залікова книжка \_\_\_\_\_

Київ 2021

## **1 ПРИЗНАЧЕННЯ І СКЛАД СИСТЕМИ**

Цифрова система контролю заряду акумулятора призначена для швидкого та точного визначення заряду акумуляторної батареї.

Система складається з датчика напруги, що буде передавати вимірювану напругу на аналого-цифровий перетворювач та блоку вимірювання струму, що в свою чергу теж буде передавати вимірний струм на АЦП. Також в системі буде передбачене живлення від цього ж акумулятора.

## **2 ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ**

Цифрова система контролю заряду акумулятора призначена для спрощення роботи з акумуляторами майже в будь яких пристроях, переважно це переносні зарядні пристрої, так звані «Power Bank», які вже є майже у всіх. Користувачі таких зарядних пристроїв точно скажуть вам, що майже у всіх пристроїв стан заряду відображається парою світлодіодів, що є не дуже інформативним.

## **3 МЕТА ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ**

Метою розробки є створення цифрового приладу для вимірювання кута нахилу площини з необхідними метрологічними характеристиками та функціональними можливостями.

Техніко-економічним обґрунтуванням розробки є створення системи з більш широкими функціональними можливостями ніж у схожих товарів на ринку, більш високими експлуатаційними та технічними характеристиками, низькою собівартістю.

## **4 ПІДСТАВИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗРОБКИ**

Підставою для розробки є завдання на дипломний проєкт, видане і затверджене кафедрою інформаційно-вимірювальних технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## **5 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ**

Система повинна складатися з:

- Літій іонного акумулятора.
- Датчику вимірювання стуму.
- Датчику вимірювання напруги.
- Мікроконтролеру

Технічні та метрологічні характеристики

- Живлення від контрольованого акумулятора.
- Похибка вимірювання не більше 5%

Вимоги до кліматичного виконання

Вимірювальний пристрій повинен зберігати свої робочі характеристики при впливі кліматичних факторів відповідно до ГОСТ 15150-69 – кліматичному виконанню УХЛ 2.

Кліматичні фактори, що впливають на роботу приладу, наведені нижче в таблиці 1.



Таблиця 1 – Кліматичні умови для робочих умов

Кліматичний фактор	Значення
	Нормальні умови
Робоча температура, °C	-60 нижня межа +60 верхня межа
Атмосферний тиск, кПа	80 – 106,7
Максимальна відносна вологість, % (при 25 °C)	85

## 6 ЕТАПИ РОЗРОБКИ

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Розробка та узгодження технічного завдання	20.05.2021 р.	
2.	Огляд і аналіз існуючих технічних рішень	24.05.2021 р.	
3.	Проектування структурної схеми	25.05.2021 р.	
4.	Проектування функційної схеми	27.05.2021 р.	
5.	Проектування схеми електричної принципової вимірювальних каналів системи	01.06.2021 р.	
6.	Аналіз похибок вимірювання	04.06.2021 р.	
7.	Оформлення графічних матеріалів	до 07.06.2021 р.	
8.	Оформлення пояснювальної записки	до 07.06.2021 р.	
9.	Попередній захист дипломного проєкту	09.06.2021 р.	
10.	Рецензування дипломного проєкту	до 14.06.2021 р.	
11.	Захист дипломного проєкту	до 19.06.2021 р.	

Всі стандарти що використовуються в даному ТЗ на ДП є чинними на території України.

№рядка	Формат	Познака			Найменування	Аркуші	№екз.	Примітки			
1					<u>Альбом 1</u>						
2					Анотація українською мовою	1	1				
3					Анотація іноземною мовою	1	1				
4					Завдання на дипломне проектування	2	1				
5	A4	BA71.130004.001 ТП			Відомість технічного проєкту	1	1				
6	A4	BA71.130004.002 ПЗ			Пояснювальна записка	67	1				
7	A4	BA71.130004.001 ТЗ			Технічне завдання	4	1				
8											
9	A4	BA71.130004.003 ПЕЗ			Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора						
10					Перелік елементів	1	1				
11											
12					<u>Альбом 2</u>						
13											
14					<u>Графічна документація</u>						
15					<u>Розроблена заново</u>						
16	A1	BA71.130004.001 E1			Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора						
17					Схема електрична структурна	1	1				
18											
19	A1	BA71.130004.002 E2			Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора						
20					Схема електрична функціональна	1	1				
21											
22	A1	BA71.130004.002 E3			Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора						
23					Схема електрична принципова	1	1				
					BA71.130004.001 ТП						
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата							
Розроб.		Харчук Н.С.			Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора	Літ.		Аркуш		Аркуші	
Перев.		Стаценко О.В.				Т		1		1	
Тех.контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. IBT, гр. BA-71					
Н.контр.		БогомазовС.А.									
Затвердж.		Єременко С.В.									
					Відомість технічного проєкту						

# **Пояснювальна записка до дипломного проєкту**

на тему: «Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора»

Київ – 2021 року

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	15
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ.....	17
1.1 Область застосування та контроль заряду .....	17
1.2 Характеристики акумулятора.....	17
1.2.1 Ємність акумулятора.....	18
1.2.2 Напруга акумулятора .....	19
1.2.3 Ступінь зарядженості акумулятора .....	19
1.3 Акумулятори .....	19
1.3.1 Літій-іонні акумулятори .....	21
1.4 Методи, що використовують системи контролю заряду .....	23
1.4.1 Метод визначення зарядженості акумулятора за допомогою вимірювання напруги.....	23
1.4.2 Метод визначення зарядженості акумулятора за допомогою підрахунку ампер годин.....	24
1.4.3 Системи контролю, що представлені на ринку.....	25
1.5 Аналіз існуючих технічних рішень .....	30
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ, ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМ .....	31
2.1 Розробка та опис схеми структурної електричної .....	31
2.1.1 Акумулятор .....	32
2.1.2 Дисплей .....	33
2.1.3 Мікроконтролер.....	36
2.2 Розробка та опис схеми функційної електричної .....	38

					ВА71.130004.001 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розроб.		Харчук Н.С..			Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора  Пояснювальна записка		Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Стаценко О.В.					О	12	
Н. контр.		Богомазов С.А.							
Затв.		Єременко В.С.							
					КПІ ім Ігоря Сікорського каф.ІВТ, гр. ВА-71				

2.2.1 Датчик вимірювання струму .....	39
2.2.2 Датчик вимірювання напруги .....	40
2.2.3 Лазерний діод .....	40
2.2.4 Аналоговий комутатор .....	41
2.2.5 Аналого-цифровий перетворювач .....	41
2.2.6 Таймер .....	42
2.2.7 Цифровий обчислювальний пристрій .....	43
2.2.8 Цифровий запам'ятовуючий пристрій .....	43
2.2.9 Цифровий канал зв'язку .....	44
2.2.10 Принцип функціонування .....	44
2.3 Розробка та опис схеми принципової електричної.....	45
2.3.1 Принципова схема блоку вимірювання струму .....	45
2.3.2 Принципова схема та опис мікроконтролера ATTINY24A .....	47
2.3.2.1 Характеристики .....	48
2.3.2.2 Входи та виходи .....	49
2.3.2.3 Програмування .....	50
2.3.3 Принципова схема та опис рідкокристалічного модулю дисплею MT-10T9 .....	51
2.3.3.1 Вводи та виводи .....	53
2.3.4 Принципова схема та опис датчику вимірювання напруги .....	54
2.4 Принцип роботи системи .....	55
2.4.1 Алгоритм роботи мікроконтролера в системі .....	55
3 РОЗРАХУНОК МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	60
3.1 Похибка операційного підсилювача .....	60
3.2 Похибка аналого-цифрового перетворювача .....	60
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	62
4.1 Сфера застосування.....	63

4.2 Технічні заходи, які забезпечують електробезпеку під час	
використання системи контролю заряду акумулятора .....	65
ВИСНОВКИ.....	66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	67

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						14
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Сучасне життя, в яку тісно увійшли електротехнічні пристрої, просто неможливо уявити без акумуляторних батарей. Практично кожна людина використовує пристрій з акумулятором і я не раз помічав, що в процесі його використання він виробляє свій ресурс. Але якщо говорити про системи, в яких АКБ грає важливу роль, то не варто забувати про необхідність періодичного контролю її електричної ємності. Така ємність вимірюється в Ампер-годинах і вказується виробником на кожному виробі.

Бурхливий розвиток апаратури мобільного зв'язку та інших мобільних гаджетів призвело до різноманіття джерел живлення і їх «переносних» варіантів - акумуляторів і, відповідно, зарядних пристроїв. Дійсно, за останні 5-10 років суттєво збільшилась кількість автономних гаджетів і якщо раніше вам потрібно було заряджати тільки телефон, то тепер список гаджетів може досягати 5-7 пристроїв. Відповідно з ростом кількості автономних гаджетів і з'явився попит на системи, що контролюють заряд цих самих гаджетів.

Джерелами живлення в сучасних гаджетах виступають, як правило, акумулятори. У перших мобільних телефонах широко застосовувалися лужні акумулятори: нікель-метал-гідридні (Ni-MH) і нікель-кадмієві (Ni-Cd). Номінальна напруга в них відносно низька (1.2 В). Виходячи з цього для досягнення робочих нормальних від 3.6 до 6 вольт вони повинні були збиратися в батареї, що складалися в батареї від 3 до 5 шт. акумуляторів. В даний час такі джерела представлені частіше у вигляді циліндричних герметичних акумуляторів типорозміру AA або AAA.

У проєкті що розробляється буде використано літій-іонний акумулятор, через те що даний акумулятор має суттєвий ряд переваг над іншими, а саме:

- Довгий термін служби;
- Не потребує обслуговування;
- Надшвидкий заряд;
- Підзарядка в будь-який час;

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						15
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Безвідмовна робота при будь-якій температурі;
- Відсутність падіння напруги.

Навіть сьогодні велика кількість доступних для користувача систем контролю є не досить точними і з часом вказують недостовірну інформацію про стан акумулятора, або вказують її з великою похибкою. Також навіть в наш час ще багато гаджетів відображають стан акумулятора декількома світлодіодами, замість процентного відображення.

Беручи це до уваги, можна сказати, що необхідність в продовження робіт щодо вдосконалення систем контролю заряду акумуляторних батарей, залишається досі.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						16
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



# 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

## 1.1 Області застосування та контроль заряду

Сучасне життя, в яку тісно увійшли електротехнічні пристрої, просто неможливо уявити без акумуляторних батарей. Практично кожна людина використовує пристрій з акумулятором і я не раз помічав, що в процесі його використання він виробляє свій ресурс. Але якщо говорити про системи, в яких АКБ грає важливу роль, то не варто забувати про необхідність періодичного контролю її електричної ємності. Така ємність вимірюється в Ампер-годинах і вказується виробником на кожному виробі.

## 1.2 Характеристики акумулятора

Електричний акумулятор — це хімічне джерело електричного струму багаторазової дії, основна специфіка якого полягає в зворотності внутрішніх хімічних процесів, що забезпечує його багаторазове циклічне використання (через заряд-розряд) для накопичення електричної енергії та автономного електроживлення різноманітних електротехнічних пристроїв та систем. Електричний акумулятор належить до категорії вторинних хімічних джерел струму.

Основними характеристиками акумулятора є:

- Ємність;
- Напруга;
- Ступінь зарядженості;
- Максимальні струми заряду і розряду;
- Термін служби акумуляторів;
- Саморозряд.

### 1.2.1 Ємність акумулятора

Кількість енергії, яка може бути збережена в акумуляторі, називається його ємністю. Вона вимірюється зазвичай в ампер-годинах, хоча правильніше приводити значення в ват-годинах.

$$\text{Ємність (Вт * год)} = U * I * t$$

де  $U$  - напруга акумулятора, В;

$I$  - струм, який він може віддавати протягом часу  $t$ .

$t$  – час, протягом якого він може віддавати струм.

Так як зазвичай приймається, що для різних акумуляторів напруга однакове, то з формули забирається напруга, і залишається ємність в ампер-годинах.

Одна АБ ємністю 100 Ач може жити навантаження струмом 1 А протягом 100 годин, або струмом 4 А протягом 25 годин, і т.п., хоча ємність батареї знижується при збільшенні розрядного струму. На ринку продаються батареї ємністю від 1 до 3000 Ач.

Для збільшення терміну служби АБ бажано використовувати тільки малу частину її ємності до повторної зарядки. Кожен процес розряду-заряду називається зарядним циклом, причому не обов'язково повністю розряджати акумулятор. Наприклад, якщо ви розрядили акумулятор на 5 або 10% і потім знову зарядили його - це теж вважається як 1 цикл. Звичайно, кількість можливих циклів буде сильно відрізнятися при різній глибині розряду. Якщо можливо використовувати більше 50% енергії, запасеної в АБ до її заряду, без помітного погіршення її параметрів, така батарея називається батареєю «глибокого розряду».

### 1.2.2 Напруга акумулятора

Напруга на акумуляторі часто є основним параметром, за яким можна судити про стан і ступеня зарядженості акумулятора. Особливо це відноситься до герметизованих акумуляторів, у яких не можливо виміряти щільність електроліту.

### 1.2.3 Ступінь зарядженості акумулятора

Ступінь зарядженості залежить від дуже багатьох чинників, і точно її можуть визначити тільки спеціальні зарядні пристрої з пам'яттю і мікропроцесором, які відстежують як заряд, так і розряд конкретного акумулятора протягом декількох циклів. Цей метод найбільш точний, але і найбільш дорогий. Однак він зможе заощадити багато грошей при обслуговуванні і заміні акумуляторів. Застосування спеціальних пристроїв, які контролюють роботу акумуляторів за ступенем їх зарядженості, дозволяє дуже сильно підвищити термін служби свинцево-кислотних акумуляторів.

## 1.3 Акумулятори

Сьогодні існує широкий вибір способів зберігання енергії для стаціонарних систем електропостачання. У їх числі - супер конденсатори, стиснене повітря, гідроакумуючі станції, маховики і акумуляторні батареї що заряджаються. Кожна технологія має свої переваги і недоліки, які визначають області їх застосування. У цьому розділі розглядаються 2 технології акумуляторних батарей, які використовують хімічне перетворення для зберігання енергії: свинцево-кислотні та літій-іонні акумулятори. Основний висновок дослідження: визначити найбільш ефективні акумулятори можна тільки після вивчення ряду факторів, і вже зараз є величезний сегмент ринку, де літій-іонні акумулятори показують меншу вартість зберігання

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						19
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії, ніж свинцево-кислотні. У системах автономного електропостачання з поновлюваними джерелами енергії до недавнього часу домінували свинцево-кислотні та нікелеві (лужні) акумуляторні батареї. Нікелеві батареї (NiCd, NiMH) практично пішли з ринку через високу ціну і шкоди навколишньому середовищу. Свинцево-кислотні акумулятори використовуються більше 100 років і будуть одними з основних в найближчому майбутньому внаслідок їх низької ціни і масового виробництва. На малюнку нижче показані 11 факторів, які повинні розглядатися при виборі типу акумуляторної батареї для даної конкретної системи електропостачання(Рисунок 1.1).

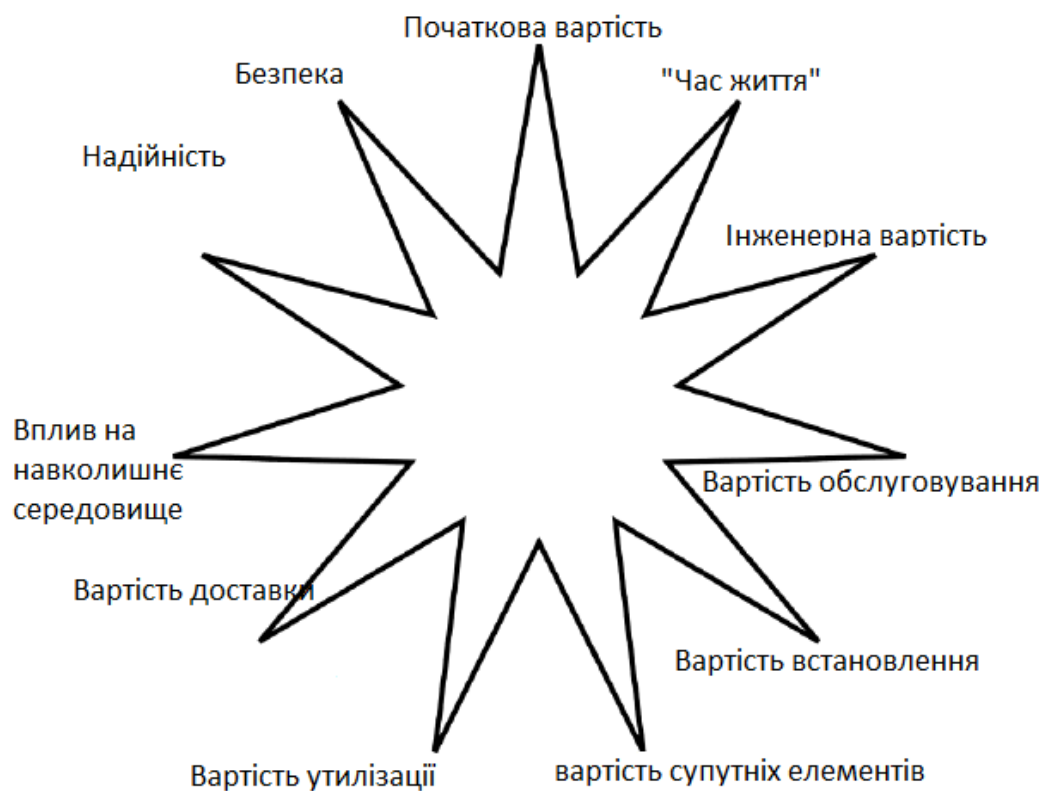


Рисунок 1.1 - Фактори, що впливають на рішення про вибір типу акумуляторної батареї.

Літієві акумулятори - це також добре продумана технологія і вони широко використовуються в гаджетах і портативних електронних пристроях. Їм ще належить завоювати своє місце в великих системах електропостачання.

Вони вже широко застосовуються в системах, де обсяг, вага, чутливість до температури і просте обслуговування важливіші, ніж початкова вартість. На діаграмі нижче показані типи акумуляторів, що застосовуються в системах з відновлюваними джерелами енергії(Рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 - Типи перезаряджаються акумуляторних батарей.

### 1.3.1 Літій-іонні акумулятори

Концепція літій-іонних акумуляторів була розроблена в 1970-х роках. Широке поширення вони отримали в 1990-х роках. Принцип роботи полягає в тому, що іони літію курсують туди-сюди між анодом і катодом під час заряду і розряду. На рис. 1.3 показано пристрій різновиди літій-іонного акумулятора  $\text{LiCoO}_2$ .

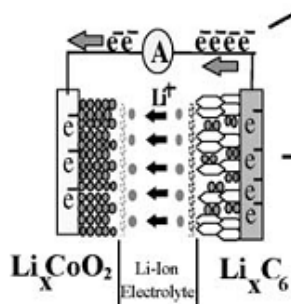


Рисунок 1.3 - Реакції в літій-іонному акумуляторі

Особливості хімічних процесів на аноді, катоді і в електроліті впливають на ефективність роботи акумулятора. Також впливає конструкція елемента літій-іонного акумулятора. Найбільш часто виробник змінює форму і склад катода: вони можуть бути LFP, NCM, NCA, Cobalt, або Manganese. Більше 90% літієвих анодів складаються з графіту; кремній і титан використовуються набагато рідше.

Електроліт зазвичай знаходиться в рідкій формі, але в «літій-полімерних» акумуляторах електроліт знаходиться в абсорбованому вигляді в полімерній мембрані. Це дозволяє для обмеження обсягу акумулятора використовувати «мішечок» замість металевого корпусу, який зазвичай використовується з рідким електролітом в циліндричних і призматичних елементах.

Незважаючи на відмінності в хімічних процесах, літій-іонні акумулятори можуть бути розділені на 2 групи: літій-залізо-фосфатні (LFP,  $\text{LiFePO}_4$ ) і метал-оксидні (NCM, NCA, Cobalt, Manganese - Оксид марганцю літію ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) і оксид літію нікелю і марганцю кобальту ( $\text{LiNiMnCoO}_2$ )). Батареї  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  і  $\text{LiNiMnCoO}_2$  відносяться до літієвим батареям середнього розміру за розміром, вагою, безпеки, терміну служби і вартості.

У таблиці 1 показані відмінності між цими 2 хімічними процесами. Значення відображають середню величину, можливі флуктуації в ту або іншу сторону.

Таблиця 1 – Відмінність хімічних процесів.

ПАРАМЕТР	LFP	LiNCM
Напруга	3.3 У номінальне (2-3.6 В / ел.)	3.7 У номінальне (2,7-4,2 В / ел.)
Щільність енергії	300 Вт * год / л	735 Вт * год / л
Питома енергія	128 Вт * год / кг	256 Вт * год / кг

Потужність	1000 Вт / кг	512 Вт / кг
Кількість циклів	2,000 @ 100% DoD 3,000 @ 80% DoD	750 @ 100% DoD 1,900 @ 80% DoD
<b>ПАРАМЕТР</b>	<b>LFP</b>	<b>LINCM</b>
Термін служби, років	6	8
Максимальна рекомендована температура	40 ° C	55 ° C
Безпека	Висока	Середня

RC літій-полімерні батареї (RC LiPo). LiPo - це найменші, найдешевші, легкі і потужні літієві батареї. До їх недоліків відносяться коротка тривалість життя і схильність до загоряння в гігантські вогненні кулі, тому ми в даній статті їх не розглядаємо.

Всі літій-іонні акумулятори витримують глибокий розряд. Термін служби акумулятора істотно зростає, якщо глибина розряду не більше 80% від номінальної ємності.

## 1.4 Методи, що використовують системи контролю заряду

### 1.4.1 Метод визначення зарядженості акумулятора за допомогою вимірювання напруги

Напруга повністю зарядженого акумулятора вище ніж розрядженого. На цьому факті заснований найпростіший спосіб контролю - виміряти поточна напруга акумулятора і порівняти його з напругою повністю заряджених батареї. Однак така оцінка виявляється не дуже акуратною. За нею з упевненістю можна стверджувати лише, що акумулятор заряджений на 100% і що він повністю розряджений. Не висока точність викликана тим, що при

заданому стану заряду і різних рівнях навантаження миттєве напруга акумулятора не постійно, а коливається вгору-вниз.

Стрибки напруги залежать від внутрішнього опору акумуляторної батареї. Якщо струм розряду дуже малий, то внутрішні втрати не великі і заряд, акумулятора практично дорівнює максимально можливому. При більш високому навантаженні втрати збільшуються і заряд, відданий акумулятором до моменту досягнення мінімального робочого напруги виявляється менше.

#### **1.4.2 Метод визначення зарядженості акумулятора за допомогою підрахунку ампер годин**

Замість того, щоб визначати стан акумулятора по напрузі, можна вимірювати струм. Лічильник ампер годин контролює струм, що отримувався і віддають акумулятором, підсумовує його за період використання і додає обчислене значення до початкової зарядженості акумуляторної батареї. Оскільки початковий стан акумулятора і струм заряду-розряду можна виміряти досить точно, лічильник ампер годин визначає поточний стан акумулятора достовірніше, ніж вольтметр. Однак у нього теж є кілька недоліків.

Як і в будь-якому пристрої в акумуляторі існують втрати, тому що віддають їм заряд завжди менше отриманого. Втрати не постійні, а залежать від температури, струму заряду-розряду і віку батареї. Ефективність одного і того ж акумулятора в різних умовах різна.

Однак кулонметр не враховує втрати і з часом його свідчення все більше і більше відрізняються від реального стану акумулятора. Щоб уникнути розбіжностей кулонметра необхідно регулярно перекалібрувати.

Якщо акумулятор відключений від навантаження і залишений без підзарядки, то через струмовимірюючий датчик кулонметра струм не потече. Але хімічні реакції в батареї і раніше будуть йти і з часом її енергія зменшиться. Через тиждень напруга осередків і стан акумулятора зміняться,

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						24
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



проте підрахунок кулонів нічого про це не скаже. Саморозряд акумулятора кулонметр не враховує.

В процесі експлуатації доступна ємність акумулятора зменшується. Поточне значення ємності кулонметра визначити не може і йому регулярно доводиться вказувати верхню і нижню точки відліку. Це роблять повністю розряджаючи і заряджаючи акумулятор. В реальних умовах це не завжди можливо і з часом свідчення кулонметра стають все менш точними.

### 1.4.3 Системи контролю заряду, що представлені на ринку

#### Батарейний монітор Victron BMV-700

Батарейний монітор Victron BMV-700. Він призначений для контролю стану однієї акумуляторної батареї(Рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 - Батарейний монітор Victron BMV-700

Можливості:

- Вимірює напругу, струм розряду, витрачені ампер-години, потужність і зарядженість акумулятора.

					BA71.130004.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

- Обчислює часу роботи акумулятора при поточному розрядному струмі.
- Зберігає історичні дані про стан акумулятора.
- Програмована звукова і візуальна сигналізація.
- Програмоване реле для відключення не критичного навантаження або запуску генератора.

Вимірюється напруга 6,5-95 Вольт. Струм до 500 А. Точність вимірювання струму 10 мА. Напруги - 0,01 В. Шунт 500 Ампер в комплекті.

Енергоспоживання - 2,9 Ач в місяць (4 мА) при напрузі 12 В і 2,2 Ач в місяць (3 мА) при напрузі 24 В.

Підключення по Bluetooth. Виведення інформації про стан акумуляторної батареї на смартфон або планшет. Налаштування батарейного монітора за допомогою програми для Androin або iOS (Bluetooth-адаптер отримується додатково).

Переваги:

- Підключення по Bluetooth.
- Розрахований на досить «великі» акумулятори.
- Невелика енергоємність.

Недоліки:

- Перший і найважливіший недолік, доволі велика ціна – більше 200 доларів.
- Не відображає заряд у процентах.

Розглянемо модулі заряду в яких реалізовані деякі функції, що будуть використовуватись в нашій системі. Далі наведено декілька технологічних рішень, що мають можливість окремо вирішувати одну з задач:

### **Модуль заряду літєвих акумуляторних батарей EM4056A**

Контролер EM4056A призначений для зарядки літєвих акумуляторів від звичайної Micro-USB - шнура. Плата EM4056A проста в підключенні. Всі

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						26
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

контакти для пайки підписані. На платі встановлено два індикатори - заряду і завершення заряду (Рисунок 1.6).

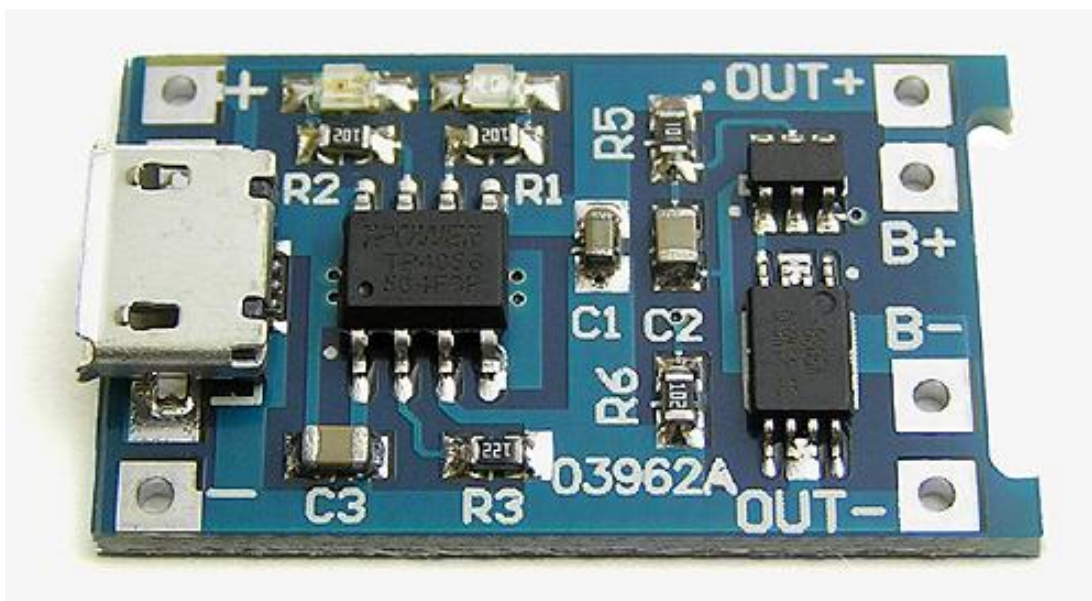


Рисунок 1.6 – Контролер EM4056A

Його характеристики:

- Напруга живлення + 4,5 ... + 8,0 вольт.
- Готовий модуль на базі мікросхем: TP4056 (контролер заряду) + DW01 (схема захисту).
- Струм заряду 1,0 Ампер (1000 мА).
- Напруга закінчення заряду акумулятора: 4,2 вольт.
- Захист від короткого замикання по виходу.
- Захист від розряду акумулятора (+2,4 вольт).
- Індикатори заряду і завершення заряду.

### Контролер зарядки Li-ion батарей

Використовується для зарядки різних портативних пристроїв, таких як мобільні телефони, смартфони, планшети, плеєри і будь-які інші пристрої, які заряджаються від 5В.

Можна зібрати мобільну зарядку Power Bank, яка стане дуже корисним пристроєм для подорожей, походів, пікніків, яке допоможе зарядити Ваш телефон або планшет, в умовах відсутності електроживлення. Також може забезпечити роботу будь-якого пристрою з напругою живлення 5В.

Рекомендується використовувати контролер мінімум з двома 18650 акумуляторами. Струму від однієї банки може не вистачити для коректної роботи контролера.

Для роботи модуля в якості зарядного пристрою досить підключати до контактів на платі Li-Ion акумулятор з напругою 3,7 В. Li-Ion акумулятор підключається до контактів В + і В- на платі модуля, заряд акумулятора проводиться через вхід - гніздо MicroUSB, яка заряджається мобільний пристрій підключається до виходу USB (Рисунок 1.4.1 - 1.4.2).



Рисунок 1.4.1 - Контролер зарядки Li-ion батарей

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

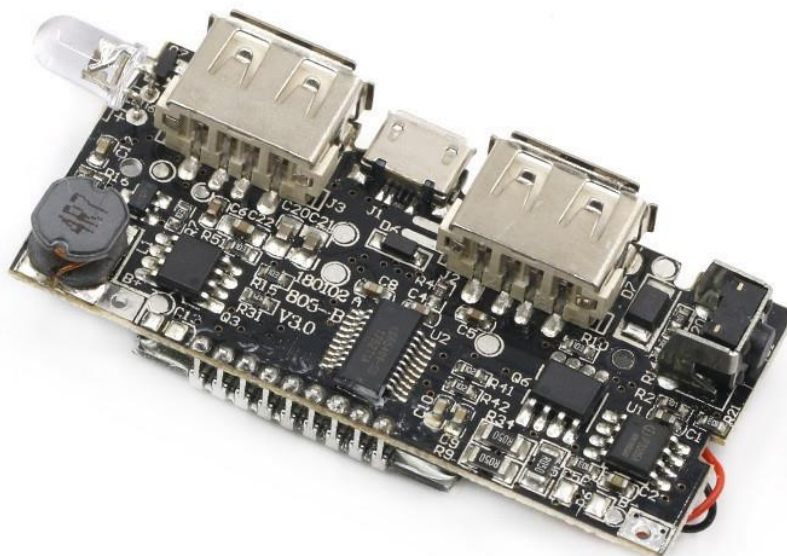


Рисунок 1.4.2 - Контролер зарядки Li-ion батарей

Його характеристики:

- ЖК-дисплей 1.1 "з підсвічуванням; відображенням проценту заряду акумуляторів, стану контролера (віддає або одержує струм) і активного виходу (5 В 1 А або 5 В 2.1 А)
- Два USB виходу, що дозволяють одночасно жити два різних пристрої
- Вихід: 5 В до 2 А (на обидва канали)
- Micro USB роз'єм для зарядки встановлених акумуляторів
- Захист від перезаряду / перерозряду, перевантаження по струму
- Вбудований світлодіод для використання в якості ліхтарика (включення подвійним натисканням на кнопку)

## 1.5 Аналіз існуючих технічних рішень

Серед розглянутих мною технічних рішень не було знайдено жодного, який би задовольняв всі вищезгадані задачі. Самим наближеним до моїх потреб є останній технічний засіб, але я знайшов в ньому ряд недоліків, а саме:

- Завеликий дисплей та його підсвітка, що споживають зайву напругу та займає лишнє місце.
- Не підійде для акумуляторів великої ємності.
- Завищена ціна.
- Постійне відображення стану акумулятора.
- Щоб вимкнути потрібно від'єднати від акумулятора

Щодо інших технічних рішень вони майже однакові і вирішують тільки одну з поставлених задач, але вони дуже дешеві відносно попереднього технічного засобу і їх можна використати як компонент системи контролю заряду акумуляторних батарей.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						30
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ, ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМ.

### 2.1 Розробка та опис схеми структурної електричної

В першому розділі був проведений аналіз, результати якого вказали на необхідність розробки цифрової системи, що дозволить контролювати рівень заряду акумулятора.

Цифрова система контролю рівня заряду акумулятора вміщує в собі два вимірювальних канали. Принцип роботи системи полягає в вимірюванні сили струму і напруги, та на основі цих даних система повинна підраховувати витрачені ампер-години, а також робити корекцію за допомогою значень напруги, а також виводити процентне значення на дисплей.

Структурна схема цифрової системи контролю рівня заряду акумулятора вказана на рисунку 2.1.1., а також в розділі графічних документів ВА71.130008.001 Е1.

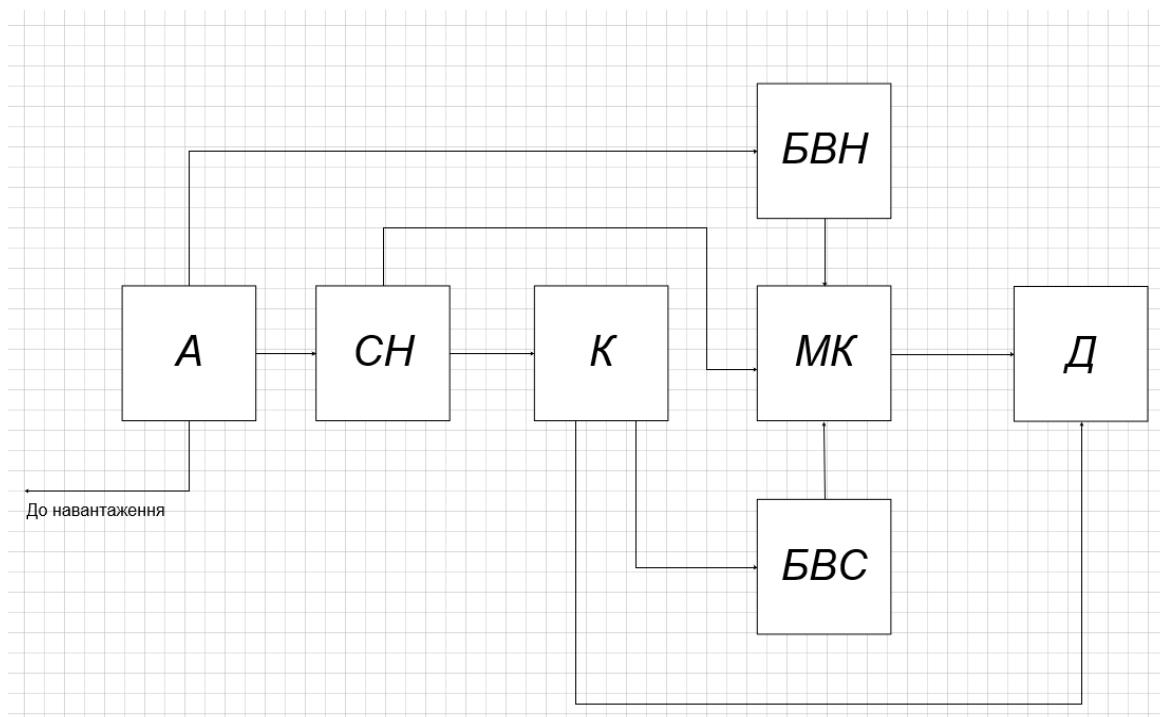


Рисунок 2.1.1 – Структурна схема цифрової системи контролю рівня заряду акумулятора.

На рисунку 2.1 позначено:

- А – акумулятор;
- СН – стабілізатор напруги;
- К – кнопка виходу з сплячого режиму;
- БВС – блок вимірювання струму;
- БВН – блок вимірювання напруги;
- МК – мікроконтролер;
- Д – дисплей.

### 2.1.1 Акумулятор

У разі живлення в нас виступає літій-іонна акумуляторна батарея з ємністю 50000 мА/год. Цей акумулятор живить всі елементи структурної схеми. До його переваг можна віднести:

- Низький саморозряд;
- Відсутність ефекту пам'яті;
- Простота обслуговування;
- Низька питома вага;
- Довготривалий термін використання;
- Висока енергетична щільність.

#### **Чому саме літій-іонні акумулятори.**

У порівнянні з іншими високоякісними технологіями акумуляторних батарей (нікель-кадмієвими або нікель-метало-гідридними), літій-іонні акумулятори мають ряд переваг. Вони мають одну з найвищих щільностей енергії серед усіх батарейних технологій на сьогодні (100-265 Вт / кг або 250-670 Вт / л). Крім того, літій-іонні акумуляторні батареї можуть подавати до 3,6 Вольт, що в 3 рази вище, ніж такі технології, як Ni-Cd або Ni-MH. Це означає, що вони можуть подавати велику кількість струму для потужних додатків, які мають літій-іонні акумулятори, а також відносно низьким рівнем технічного

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32



обслуговування і не вимагають запланованих циклів для підтримання терміну служби батареї. Літій-іонні акумулятори не мають ефекту пам'яті, шкідливий процес, коли багаторазові цикли часткового розряду / заряду можуть призвести до того, що батарея «запам'ятає» меншу ємність. Це перевага перед Ni-Cd та Ni-MH, які демонструють цей ефект. Літій-іонні акумулятори також мають низький рівень саморозряду приблизно 1,5-2% на місяць. Вони не містять токсичного кадмію, що полегшує їх утилізацію, ніж Ni-Cd акумулятори.

Завдяки цим перевагам літій-іонні акумулятори витіснили Ni-Cd акумулятори як лідер ринку портативних електронних пристроїв (таких як смартфони та ноутбуки). Літій-іонні акумулятори також використовуються для живлення електричних систем для деяких аерокосмічних застосувань, наприклад в новому та більш екологічному Boeing 787, де вага є значним фактором витрат. З точки зору чистої енергії, більша частина перспектив літій-іонних технологій походить від їх потенційного застосування в автомобілях на акумуляторах. В даний час найбільш продавані електромобілі Nissan Leaf та Tesla Model S обидва використовують літій-іонні акумулятори як основне джерело палива<sup>[10]</sup>.

### 2.1.2 Дисплей

У якості дисплею я використовую рідкокристалічний модуль MT-10T9. Рідкокристалічний модуль MT-10T9 складається з БІС контролера і ЖК панелі. Модуль може відображати до 10 знакомісць (цифр з точкою). Зовнішній вигляд наведено на рис. 2.1.2.1.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33



Рисунок 2.1.2.1 – Зовнішній вигляд рідкокристалічного модулю MT-10T9.

Будь-сегмент будь-якого знакомісця можна вмикати і вимикати незалежно від інших сегментів. Саме через це я і обрав даний модуль, так як зараз мені потрібно лише 2-3 знакомісця, але в подальшому з розвитком системи може знадобитись вивід і інших показників системи. Представлений модуль набагато краще за звичайні світлодіодні семи сегментні індикатори тим, що споживає набагато менше енергії навіть з включеною підсвіткою дисплею.

Структурна схема модулів представлена на рис. 2.1.2.2

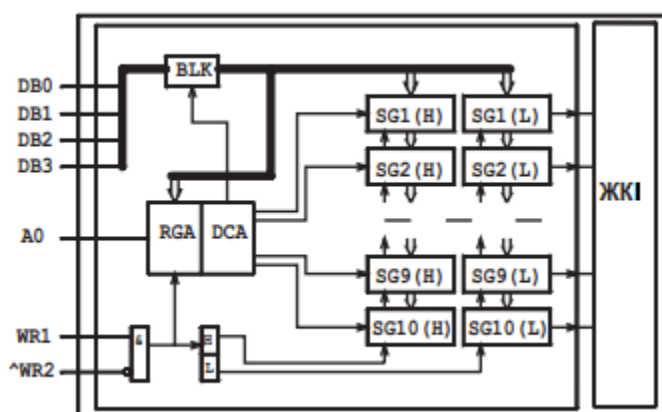


Рисунок 2.1.2.2 – Структурна схема модулю MT-10T9.

Регістри даних в БІС діляться на дві тетради: SGx (L) і SGx (H). Запис даних в знакомісце проводиться за два такти: спочатку в молодшу тетраду, потім в старшу. Молодша тетрада відповідає за сегменти g, e, d, a, а старша - за сегменти h, b, c, d (див. Рис. 2.1.2.3). Запис "H" викликає висвітлення відповідного сегмента, запис "L" викликає його гасіння.

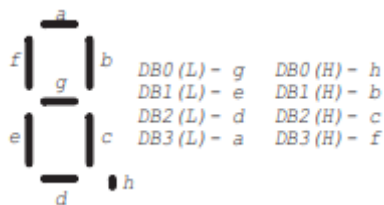


Рисунок 2.1.2.3 – Сегменти знакомісць модулю МТ-10Т9.

Також у таблиці 1 представлені характеристики рідкокристалічного модуля при постійному струмі<sup>[9]</sup>.

Таблиця 1

Характеристика	Позначення	min	тип	max
Напруга живлення, В	$U_{CC}$	3		5
Струм споживання, мА	$I_{CC}$		30	
Вхідна напруга високого рівня, В	$U_{IH}$	2,4		$V_{CC} + 0.6$
Вхідна напруга низького рівня, В	$U_{IL}$	-0,6		0,8
Максимальний прямий струм підсвічування, мА	$I_{FM}$			120
Пряма напруга (При прямому струмі 40 мА), В Довжина хвилі випромінювання 570/595 н.	$U_F$	2,0/1,8	2,05/1,95	2,2/2,0

### 2.1.3 Мікроконтролер

Прийшла черга вибору мікроконтролера, переді мною стала задача вибору обрати мікроконтролер, що буде задовольняти наступні умови:

- Невелика ціна;
- Наявність вбудованого аналого цифрового перетворювача;
- Наявність вбудованого таймеру;
- Достатня кількість виходів аналого цифрового перетворювача, мінімум 3;
- Також важлива була наявність сплячого режиму, через те що наш прилад буде постійно під'єднаний до акумулятора, таким чином ми мінімізуємо витрату енергії під час простою акумулятора;
- А також наявність технології ШІМ або PWM(широтно-імпульсної модуляції) він же спосіб управління подачею потужності до навантаження.

Я вирішив зупинитись на сімействі контролерів ATTMEL. Переглянувши різноманітність контролерів цього сімейства, я знайшов контролер ATTMEL24A, що задовольняв всі мої умови(Рисунок 2.1.3.1).



Рисунок 2.1.3.1 – Мікроконтролер ATTMEL24A.

ATtiny24A / 44A - це 8-розрядні мікроконтролери CMOS із низькою потужністю, засновані на вдосконаленій AVR архітектурі RIS. Виконуючи потужні інструкції за один тактовий цикл, ATtiny24A / 44A досягає пропускну здатності, що наближається до 1 MIPS на МГц, що дозволяє конструктору системи оптимізувати енергоспоживання в порівнянні зі швидкістю обробки.

Ядро AVR поєднує в собі багатий набір інструкцій з 32 робочими регістрами загального призначення. Всі 32 регістри безпосередньо підключені до блоку арифметичної логіки (ALU), що дозволяє отримати доступ до двох незалежних регістрів в одній команді, що виконується за один тактовий цикл. Отримана в результаті архітектура є більш ефективною за кодом, забезпечуючи при цьому пропускну здатність до десяти разів швидшу, ніж звичайні мікроконтролери CISC.

ATtiny24A забезпечує такі функції:

- 2K байт In-System Programmable Flash;
- 128 байт EEPROM ;
- 128 байт SRAM;
- 12 ліній вводу-виводу загального призначення;
- 32 робочих регістри загального призначення;
- 8-бітний таймер / Лічильник з двома ШІМ-каналами;
- 16-розрядний таймер / лічильник з двома ШІМ-каналами;
- Внутрішні та зовнішні переривання;
- 8-канальний 10-бітний АЦП;
- Програмований каскад посилення (1х, 20х) для 12 диференціальних пар АЦП;
- Програмований Watchdog Timer з внутрішнім генератором;
- Внутрішній калібрований генератор та чотирма програмними режимами енергозбереження.

Режим очікування зупиняє центральний процесор, дозволяючи системі SRAM, таймеру / лічильнику, АЦП, аналоговому компаратору та системі переривання продовжувати функціонувати. Режим зменшення шуму АЦП мінімізує шум перемикання під час перетворення АЦП, зупиняючи центральний процесор та всі модулі вводу-виводу, крім АЦП. У режимі відключення живлення реєстри зберігають свій вміст, а всі функції мікросхеми вимикаються до наступного переривання або апаратного скидання. У режимі очікування кристал / резонаторний генератор працює, коли решта пристрою спить, що дозволяє дуже швидко запустити при низькому споживанні енергії.

Пристрій виготовлено з використанням енергонезалежної пам'яті високої щільності Atmel. Вбудований флеш-провайдер ISP дозволяє перепрограмувати пам'ять програми в системі через інтерфейс SPIserial, звичайним програмістом енергонезалежної пам'яті або за допомогою вбудованого кодеру завантаження на ядрі AVR.

ATtiny24A / 44A AVR підтримується повним набором засобів розробки програм та систем, включаючи: компілятори C, макрозбірники, налагоджувачі програм / симулятори та комплекти оцінки<sup>[8]</sup>.

## 2.2 Розробка та опис схеми функційної електричної

Відповідно до створеної структурної схеми цифрової системи контролю заряду акумулятора, була спроектована електрична функційна схема цифрової системи контролю заряду акумулятора, вона приведена на рисунку 2.5., а також в розділі графічних документів BA71.130008.001 E2.

					BA71.130004.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

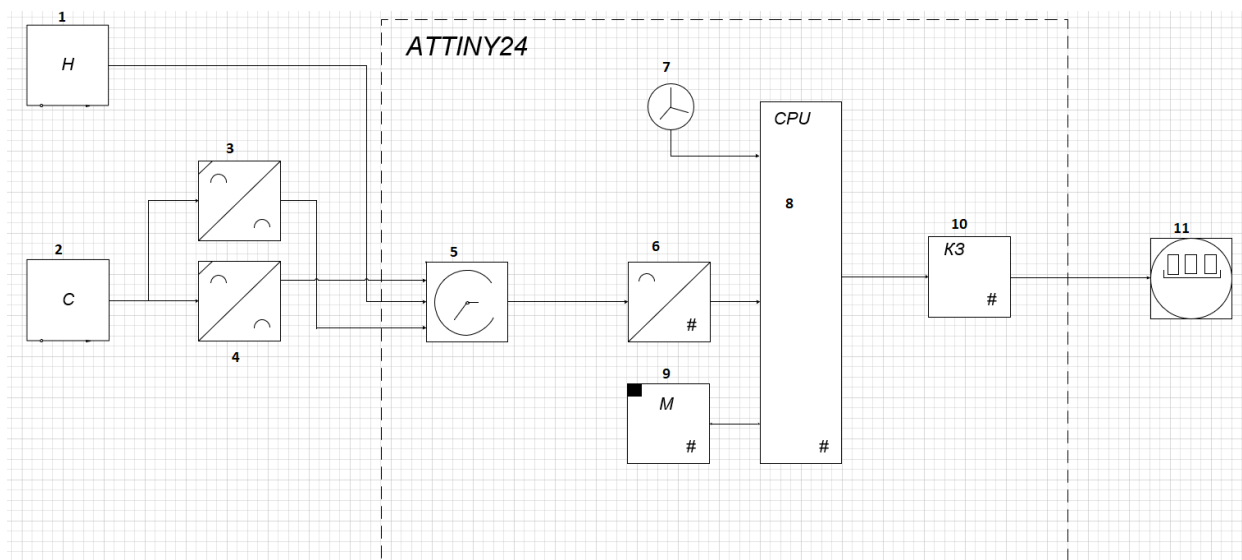


Рисунок 2.2.1 – Схема електрична функційна цифрової системи контролю заряду акумулятора.

Блоки використані в розробці функційної схеми приладу:

- Блок 1 – датчик вимірювання струму;
- Блок 2 – датчик вимірювання напруги;
- Блок 3 – нормуючий аналоговий перетворювач;
- Блок 4 – також нормуючий аналоговий перетворювач;
- Блок 5 – аналоговий комутатор;
- Блок 6 – аналого-цифровий перетворювач;
- Блок 7 – таймер;
- Блок 8 – цифровий обчислювальний пристрій;
- Блок 9 – цифровий запам'ятовуючий пристрій;
- Блок 10 – цифровий канал зв'язку;
- Блок 11 – цифровий індикатор.

### 2.2.1 Датчик вимірювання струму

Датчик вимірювання струму у нашому випадку - це звичайний шунт, через яких проходить струм. Шунт – це магнітне або електричне відгалуження,

яке паралельно вмикають до основного кола, або відгалуження приладу що виконує вимірювання(наприклад, вольтметра або амперметра, як у нашому випадку). Операцію підключення шунта називають шунтуванням. По суті справи шунт представляє з себе простий резистор який має маленький опір, простіше кажучи, низько омний резистор. Опір шунта у нас завжди постійний і не змінюється, і являється свого роду "константою".

### 2.2.2 Датчик вимірювання напруги

Датчик вимірювання напруги у нашому випадку – це подільник напруги, через який проходить струм. Подільник напруги – це лінійна електронна схема, на виході якої напруга ( $V_{out}$ ) складає частину напруги на вході ( $V_{in}$ ), тобто ділиться за допомогою резисторів. У нас використовується найпростіший дільник напруги, що складається з входу( $V_{in}$ ), виходу( $V_{out}$ ) та двох послідовно увімкнених резисторів.

Відповідно до Закону Ома зв'язок між вхідною і вихідною напругами, визначається за формулою:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in}$$

Також подільники напруги можуть використовуватися для регулювання рівня сигналу, для зміщення активних пристроїв в підсилювачах, і для вимірювання напруги, як у нашому випадку.

### 2.2.3 Нормуючі аналогові перетворювачі

Роль нормуючого аналогового перетворювача в цій системі контролю заряду акумуляторів виконує схема на операційному підсилювачі. Операційний підсилювач – це такий елемент , за допомогою якої можна по-

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						40
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



різному змінювати аналоговий сигнал (посилювати , послаблювати , інвертувати і т.д.)<sup>[12]</sup>.

У нашому випадку використовується два аналогових перетворювача, вони ж операційні підсилювачі, через те що нам потрібно відслідковувати коли пристрій споживає енергію, а коли навпаки отримує. Ці нормуючі перетворювачі перетворюють сигнал від датчика в якості якого виступає шунт. Один перетворювач підсилює сигнал одної полярності, а другий іншої. Таким чином в результаті ми завжди на одному з підсилювачів отримуємо нуль, а на іншому вимірюване значення.

#### **2.2.4 Аналоговий комутатор**

Комутатором називають пристрій, що дозволяє комутувати (включати або перемикати) електричні сигнали. Аналоговий комутатор призначений для комутації аналогових, тобто змінюються по амплітуді в часі сигналів.

Зазначу, що аналогові комутатори з успіхом можна застосовувати і для комутації цифрових сигналів<sup>[1]</sup>.

Аналоговий комутатор використовується через те що аналого-цифровий перетворювач у нас один і він не може одночасно обробляти інформацію з датчиків. Аналоговий комутатор допомагає по чергово переключати канали для їх опрацювання.

#### **2.2.5 Аналого-цифровий перетворювач**

У своєму пристрої я використовую мікроконтролер з вбудованим 10-ти бітним аналого-цифровим перетворювачем. Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) — це пристрій автоматичного перетворення аналогового сигналу на еквівалентний йому цифровий сигнал, представлений дискретним кодом.

Перетворення неперервного сигналу на цифровий код складається з двох послідовно виконуваних операцій — квантування й кодування.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						41
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При квантуванні неперервний сигнал перетворюється на послідовність його миттєвих значень, які фіксуються через рівні малі проміжки часу (крок квантування). Отримані миттєві значення разом відображають вхідний сигнал тим точніше, чим менший крок квантування.

Операція кодування полягає у вимірюванні миттєвих значень неперервного сигналу і присвоєнні їм цифрового коду відповідно до прийнятої шкали оцінок. Кожен крок квантування умовно прирівнюють до цілого числа. Наприклад, якщо при вимірюванні напруги крок квантування вибрати 0,1 В, то напрузі 1 В буде відповідати число 10 (у двійковому коді 1010).

Зворотне перетворення цифрового сигналу на аналоговий здійснюється за допомогою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП)<sup>[2]</sup>.

## 2.2.6 Таймер

Таймери призначені для формування тимчасових інтервалів, дозволяючи мікропроцесорній системі працювати в режимі реального часу. Таймери - це є ті ж самі цифрові лічильники, які підраховують імпульси або від високо-стабільного генератора частоти, або від зовнішнього джерела сигналу, в цьому випадку таймер називають лічильником зовнішніх подій. До системної шини мікропроцесора таймери підключаються за допомогою паралельних портів<sup>[7]</sup>.

Як правило, в мікропроцесорній системі в якості генератора частоти виступає генератор внутрішньої синхронізації мікроконтролера. Частота генератора задає мінімальний часовий проміжок, який може визначати таймер. Інтервали часу, що задаються за допомогою таймера, можуть мати строго певні дискретні значення. Розрядність цифрового лічильника таймера визначає максимальний інтервал часу, який може поставити таймер.

Зазвичай в мікропроцесорних системах використовуються 16-ти розрядні таймери, для підключення такого таймера до 8-мм розрядного процесору потрібно два паралельних порти. Крім того, необхідний виділений

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						42
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

порт для управління таймером: таймер потрібно вмикати і вимикати, а також визначати, чи не виникало переповнення таймера. Факт переповнення запам'ятовується в додатковому тригері, що підключений до виходу перенесення лічильника таймера. Цей тригер називається прапором переповнення таймера. Біт включення і виключення таймера і прапор переповнення таймера підключають до системної шини мікропроцесора через окремий порт введення-виведення<sup>[3]</sup>.

За допомогою вбудованого в мікроконтролер таймер, можна виконувати переключення каналів, аналоговим комутатором, через рівні проміжки часу, що б інтервал між вимірами були рівні. Чим частіше проводяться виміри тим точнішими будуть данні.

### 2.2.7 Цифровий обчислювальний пристрій

Цифровий обчислювальний пристрій, він же «CPU», він же процесор, він же мікропроцесор, він же він же центральний процесор, він же центральний процесорний (оброблюючий) пристрій. Як стає зрозуміло з назви - це основний елемент апаратного забезпечення обчислювального пристрою, за допомогою якого відбувається обробка інформації. Саме на технічні характеристики процесора звертають увагу при виборі комп'ютера або сервера, адже чим вище потрібна продуктивність, тим потужнішим має бути «камінь». Так, таку назву теж використовується, оскільки виготовляється процесор найчастіше з кристала кремнію<sup>[4]</sup>.

### 2.2.8 Цифровий запам'ятовуючий пристрій

Цифрові запам'ятовуючі пристрої або цифровий носій інформації стосується будь-якого комп'ютерного обладнання, здатного містити дані, тимчасово або постійно. Вони використовуються для зберігання,

транспортування та вилучення файлів даних<sup>[5]</sup>. В нашому випадку ми записуємо данні попередніх показників датчиків, а також константи, щоб пізніш зрівнювати їх з новими показниками датчиків.

### 2.2.9 Цифровий канал зв'язку

Під каналом зв'язку розуміють сукупність середовища поширення і технічних засобів передачі між двома каналними інтерфейсами. В залежності від типу сигналів, що передаються, розрізняють два великих класи каналів зв'язку – цифрові та аналогові. Цифровий канал є бітовим трактом із цифровим (імпульсним) сигналом на вході і виході каналу. На вхід аналогового каналу надходить неперервний сигнал, і з його виходу також знімається неперервний сигнал (рис 2.2.9). Як відомо, сигнали характеризуються формою свого подання<sup>[6]</sup>.

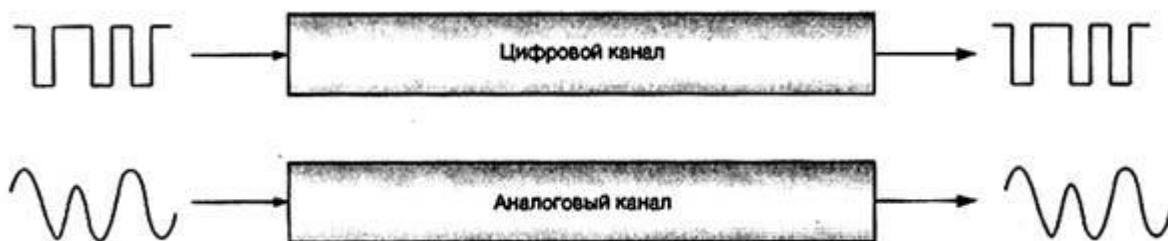


Рисунок 2.2.9 – Вигляд цифрового каналу зв'язку та його відмінність від аналогового каналу зв'язку

### 2.2.10 Принцип функціонування

Взагалі схема електрична функційна цифрової системи контролю заряду акумулятора складається з 2 датчиків, схеми мікроконтролера ATTINY24A та рідкокристалічного дисплею.

Принцип визначення заряду акумулятора цифровою системою контролю засновується на вимірюванні сили струму за допомогою шунта

сигнал з якого поступає на два аналогових перетворювача, один з яких відповідає за підсилення сигналу позитивної полярності, а інший відповідно, за сигнал негативної полярності. Таким чином два аналогових перетворювача допомагають нам відрізнити заряджається акумулятор чи його заряд навпаки споживається. Напруга в свою чергу вимірюється подільником напруги. Після цього сигнали поступають на аналоговий комутатор, який в рівні проміжки часу, що вимірюються вбудованим в мікроконтролер таймером, та переключає канали і відповідно вони по черзі потрапляють на аналого-цифровий перетворювач. АЦП перетворює аналогові сигнали на цифрові та передає їх на центральний процесор. Центральний процесор за алгоритмом оброблює дані, підраховує ампер години, записує їх у пам'ять і передає їх на цифровий канал зв'язку і за допомогою цього каналу ми можемо бачити відображення проценту заряду акумулятора.

## 2.3 Розробка та опис схеми принципової електричної

В цьому розділі дипломного проекту проводиться розробка, вибір елементів та їх номінали, а також опис відповідно технічної документації, що була оглянута в попередньому розділі.

Загальна принципова електрична схема цифрової системи контролю заряду акумулятора приведена в розділі графічних документів ВА71.130008.001 ЕЗ.

### 2.3.1 Принципова схема блоку вимірювання струму

Принципова схема блоку вимірювання струму зображена на рисунку 2.3.1.1.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						45
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

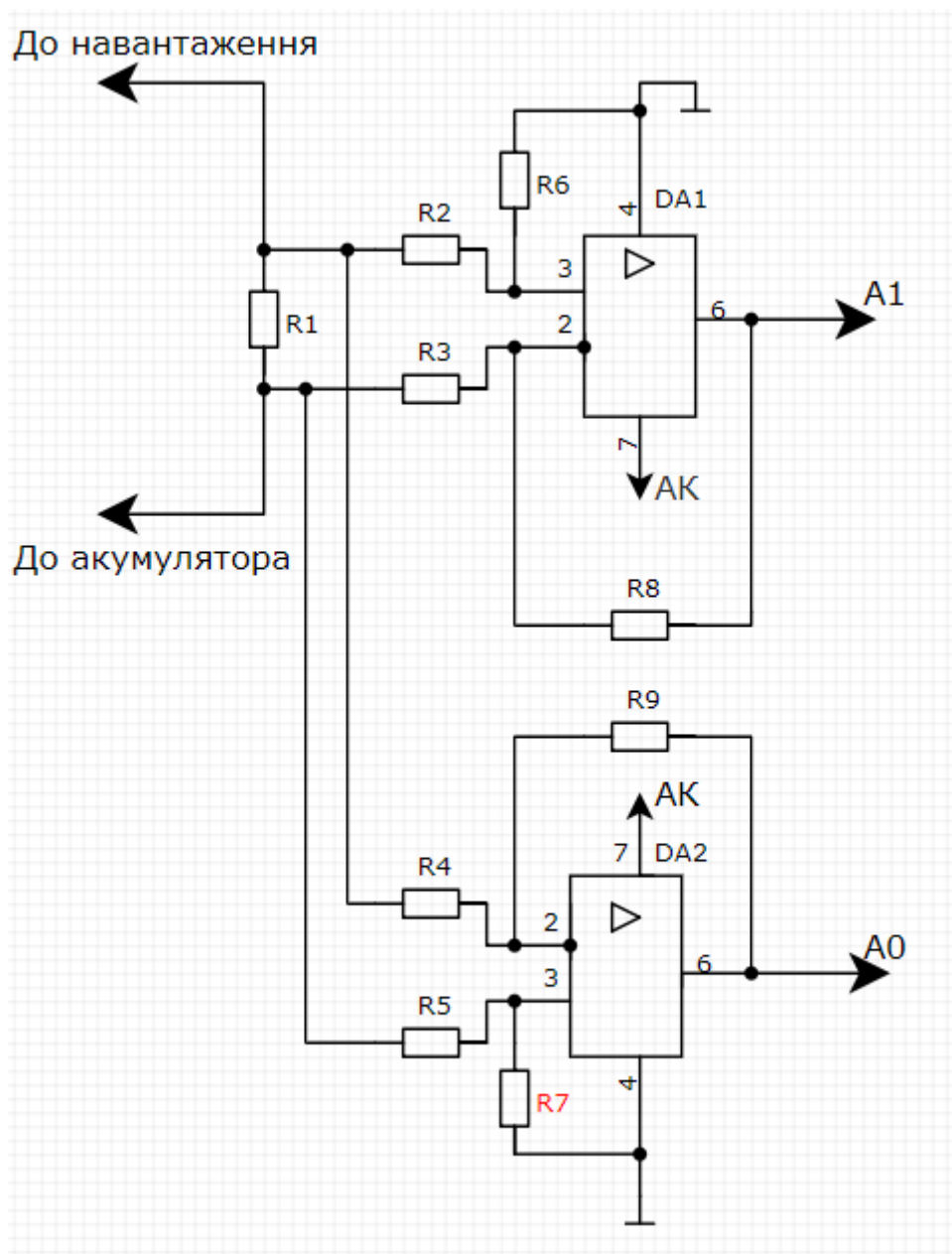


Рисунок 2.3.1.1 – Принципова схема блоку вимірювання струму цифрової системи контролю заряду акумулятора.

Маючи силу струму в 2 А, задаємося величиною шунта 0,01 Ом, тоді максимальна напруга на шунті буде 0,2 В. На виході маємо отримати сигнал, що не перевищує 4 В. Резистори R2, R3, R4, R5 будуть рівні між собою та дорівнюють 100кОм, а також резистори R6, R7, R8, R9 також будуть рівні між собою і дорівнюють 2 мега Ом. Так як на вході буде 0,2 В, а на виході 8, звідси дізнаємося, що коефіцієнт підсилення повинен бути рівним 20.

### 2.3.2 Принципова схема та опис мікроконтролера ATTINY24A

ATtiny24A - це 8-розрядний мікроконтролер що має низьке енергоспоживання, заснований на архітектурі AVR advanced RISC. Виконуючи потужні інструкції за один тактовий цикл, ATtiny24A забезпечує пропускну здатність, що наближається до 1 MIPS на МГц, що дозволяє розробнику системи оптимізувати енергоспоживання в порівнянні зі швидкістю обробки.

Розташування виводів мікроконтролерів ATtiny24A/44A зображено на рисунку 2.2.3.1

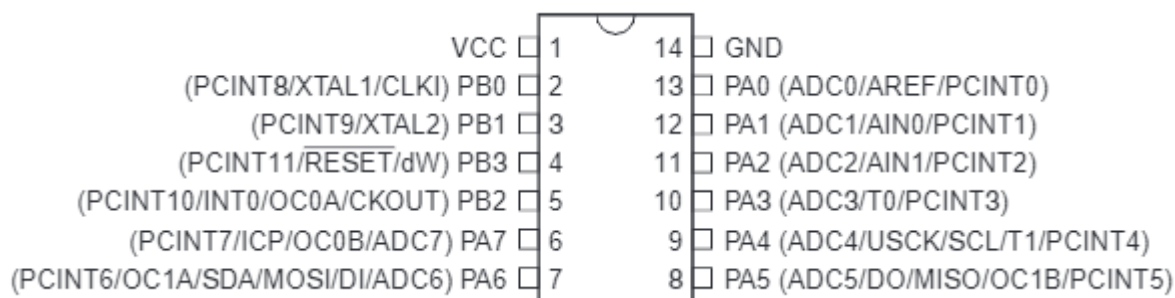


Рисунок 2.3.2.1 – Розташування виводів мікроконтролерів ATtiny24A/44A.

Отже для обробки отриманих з датчиків даних ми використовуємо мікроконтролер ATtiny24a, принципова схема якого відображена на рисунку 2.3.2.2.

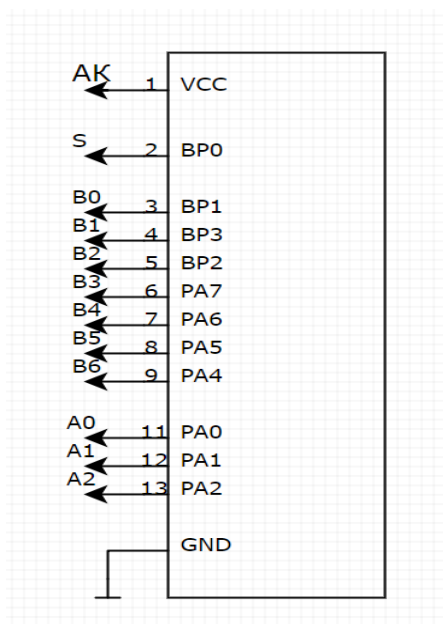


Рисунок 2.3.2.2 – Схема електрична принципова мікроконтролера ATTINY24A.

### 2.3.2.1 Характеристики

Характеристики ATTINY24A зазначені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристики мікроконтролера ATTINY24A.

Виробник	MICROCHIP (ATMEL)
Тип мікросхеми	Мікроконтролер AVR
Об'єм пам'яті EEPROM	128Б
Об'єм пам'яті SRAM	128Б
Об'єм Flash-пам'яті	2кБ
Корпус	SO14
Тактова частота	20МГц
Кількість каналів ШІМ	4
Кількість таймерів 8-біт	2
Кількість таймерів 16-біт	1
Монтаж	SMD



Напруга живлення	1,8 ... 5,5В DC
Робоча температура	-40 ... 85 ° C
Кількість зовнішніх переривань	12
Кількість каналів output compare	4
Кількість компараторів	1
Кількість каналів input capture	1
Кількість перетворювачів А / D 10-біт	8
Сімейство	ATTINY
Маса брутто	0,135g

Також цей мікроконтролер підтримує такі інтерфейси, як:

- debugWIRE;
- I2C;
- SPI.

### 2.3.2.2 Входи та виходи

Подивившись на рисунок 2.3.2.2.1 ми бачимо, що контролер має 14 пінів, деякі з них поділені на групи, отож розберемося, які піни за що відповідають.

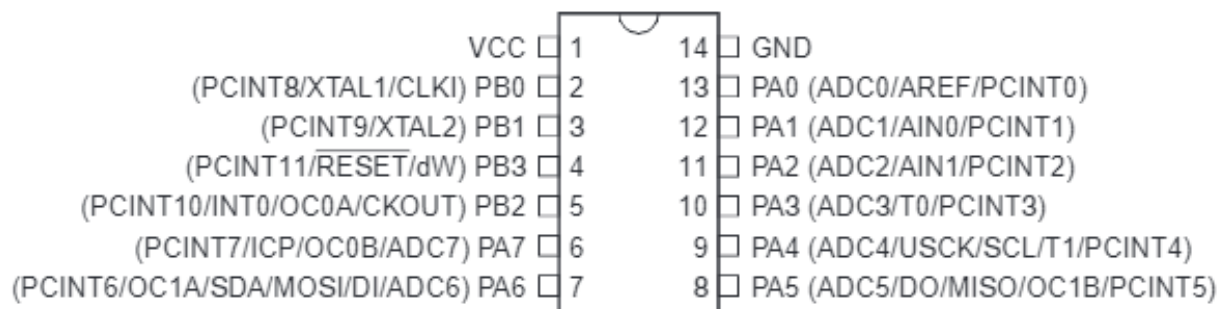


Рисунок 2.3.2.2.1 – Розташування виводів мікроконтролера ATtiny24A.

Отож:

- VCC - напруга живлення.
- GND - земля.
- Порт В (PB3: PB0) - Порт В - це 4-бітний двонаправлений порт вводу-виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (підбирається для кожного біта). Вихідні буфери Port В мають симетричні характеристики приводу як з високою здатністю стоку, так і з можливістю джерела, за винятком PB3, який має можливість RESET. Щоб використовувати штифт PB3 як штифт вводу / виводу, замість штифта RESET запрограмуйте («0») запобіжник RSTDISBL. В якості входів використовуються штифти порту В, які витягуються зовнішнім струмом джерела низької напруги, якщо активовані підтягуючі резистори.
- RESET - Скинути. Низький рівень на цьому штифті довше мінімальної тривалості імпульсу призведе до скидання, навіть якщо годинник не працює і за умови, що штифт скидання не вимкнено.
- Порт А (PA7:PA0) - Порт А - це 8-бітний двонаправлений порт вводу-виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (підбирається для кожного біта). Вихідні буфери порту А мають симетричні характеристики приводу з високим рівнем поглинання та можливостями джерела.
- (PCINT8/XTAL1/CLKI)P0 – порт використовується для введення і виведення мікроконтролера з сплячого режиму<sup>[8]</sup>.

### 2.3.2.3 Програмування

ATtiny24A / 44A AVR підтримується повним набором засобів розробки програм та систем, включаючи: компілятори С, макрозбірники, налагоджувачі програм / симулятори та комплекти оцінки<sup>[8]</sup>.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						50
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.3.3 Принципова схема та опис рідкокристалічного модулю дисплею MT-10T9

Як вже вище було сказано, у якості дисплею в даному приладі використовується рідкокристалічний модуль MT-10T9. Рідкокристалічний модуль MT-10T9 складається з БІС контролера і ЖК панелі. Модуль може відображати до 10 знакомісць (цифр з точкою). Принципова підключення рідкокристалічного модулю дисплею відображена на рисунку 2.3.3.1.

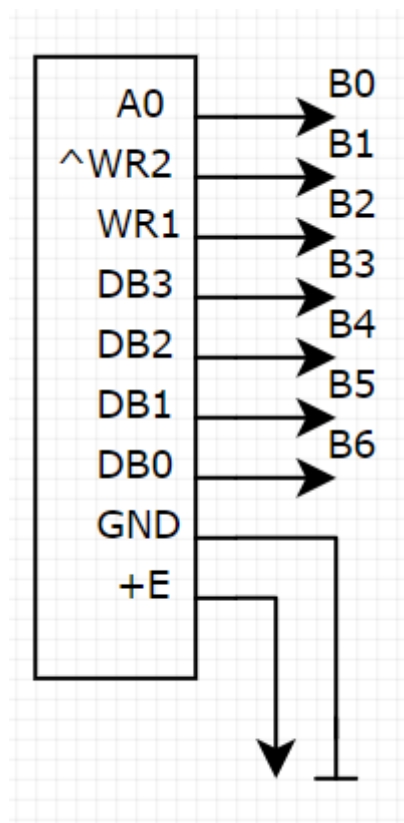


Рисунок 2.3.3.1 – Принципова схема рідкокристалічного модулю дисплею.

Також окрему увагу хотілося б приділити опису інтерфейсу рідкокристалічного індикаторного модуля. Спочатку на шині виставляється адреса необхідного знакомісця, який фіксується в регістрі адреси при низькому рівні на вході A0 відповідним сигналом на вході WRx (Таблиця 3).

Таблиця 3 – Таблиця істинності

Сигнал	Запис в регістр адреси		Запис в регістр даних		Зберігання	
<b>A0</b>	0		1		X	
<b><math>\wedge</math>WR2</b>	0	1	0	1	1	X
<b>WR1</b>	1	0	1	0	X	0
<b>DB0-3</b>	Адреса		Дані		X	

Входи WR1 і  $\wedge$  WR2 замикають інформацію, що стоїть на шині, у внутрішніх регістрах статичного типу. Усередині БІС ці входи об'єднані за схемою WR1 &  $\wedge$  WR2. Таким чином, інформація запишеться тільки при WR1 = "H" і  $\wedge$  WR2 = "L" одночасно. Таке рішення дозволяє здійснювати функцію CS (вибір кристала) при великій кількості модулів на шині, або якщо на шині є інші пристрої.

При записуванні адреси знакомісця показчик тетради скидається в положення SGx (L). Запис даних проводиться в молодшу тетраду при високому рівні сигналу на вході A0 сигналом на вході WRx. З цього-ж сигналу показчик тетради даних перемикається в положення SGx (H), зберігаючи при цьому ту ж адресу знакомісця. Дані в старшу тетраду SGx (H) записуються аналогічно молодшій тетраді SGx (L). Після запису другої тетради вміст регістра адреси інкрементується і можна записувати дані в наступне знакомісце без запису адреси.

За адресою 0Fh розташований тригер блокування шини. Запис в нього DB0 = "L" викликає блокування запису в БІС адресу і даних на 30 сигналів WRx. Розблокування шини проводиться записом DB0 = "H" за адресою 0Fh.

Після подачі живлення вміст регістрів SGx невизначено, тому при включенні харчування необхідно робити програмне очищення регістрів. Стан тригера блокування теж не визначено, тому перед початком виведення



5	DB2	Шина адреси /даних
6	DB1	Шина адреси /даних
7	DB0	Шина адреси /даних
8	GND	Земля
9	V0	Управління контрастністю
10	+E	Живлення модуля
11	+LED	Живлення підсвітки
12	-LED	Живлення підсвітки

#### 2.3.4 Принципова схема та опис датчику вимірювання напруги

Датчик вимірювання напруги представлений у вигляді подільника напруги. Його функційна схема представлена на Рисунку 2.3.4.1.

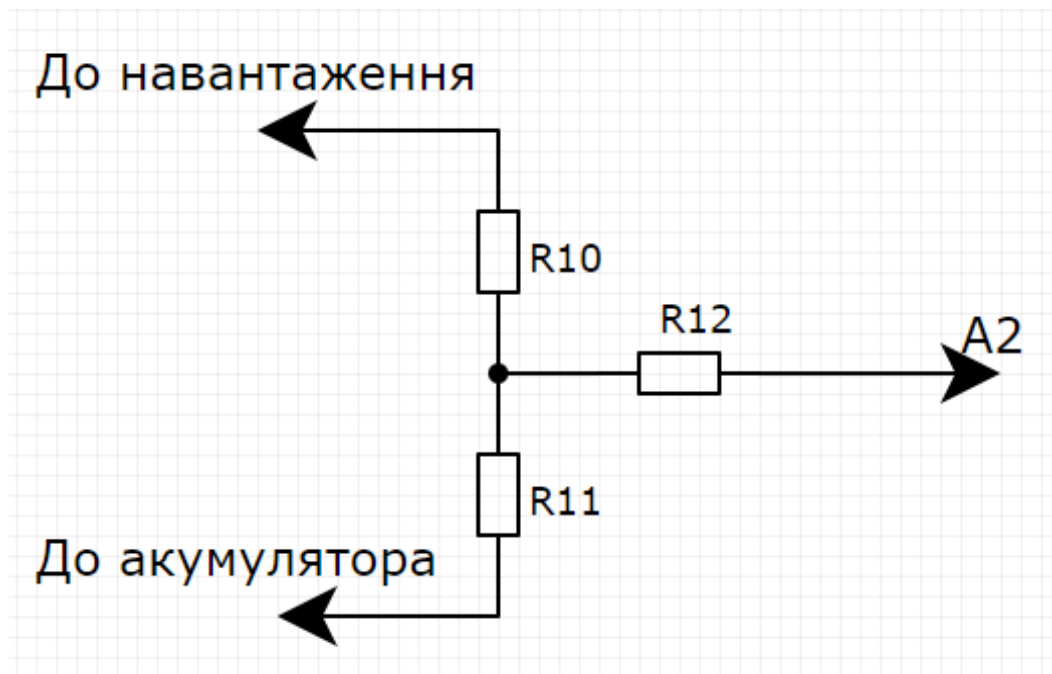


Рисунок 2.3.4.1 – Електрична принципова схема блоку вимірювання напруги.

Для подільника напруги будемо використовувати резистори R10, R11, R12 номіналом 1, 4 та 10 мега Ом відповідно.

## 2.4 Принцип роботи системи

Принцип роботи системи контролю наступний. На схемі показано 2 канали вимірювання:

- Блок вимірювання сили струму;
- Блок вимірювання напруги.

Блок вимірювання сили струму потрібен нам для лічильника ампер годин, за допомогою його ми знаємо скільки енергії ми витратили, та скільки енергії зарядили.

Блок вимірювання напруги нам потрібний для контролю перезаряду/перерозряду акумулятора, та для корекції ємності, яка зменшується з віком.

### 2.4.1 Алгоритм роботи мікроконтролера в системі

Алгоритм моєї системи складається з 3 блок-схем, через те що в приладі реалізований механізм переривань і завдяки цьому механізму ми не можемо перейти від однієї частини до іншої програмним шляхом, а перехід реалізований апаратно. Перехід від однієї підпрограми до іншої відбувається при здійсненні переривань: натискання на кнопку виходу з сплячого режиму та від таймеру.

Перша блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера цифрової системи контролю заряду акумулятора можна побачити на рисунку 2.4.1.



Рисунок 2.4.1 – Перша блок схема.

На першій блок-схемі вказано, що при підключенні живлення найпершою вмикається плата АТТІNY24А, далі ініціалізуються порти, ініціалізується системи переривань, ініціалізуються таймери і на кінець ініціалізується аналого-цифровий перетворювач. Після виконання вищеперисаних операцій мікроконтролер циклічно залишається у режимі очікування, що ми можемо побачити на блок-схемі алгоритму, на рисунку 2.4.1.

Друга блок схема алгоритму роботи мікроконтролера цифрової системи контролю заряду акумулятора можна побачити на рисунку 2.4.2.





Рисунок 2.4.2 – Друга блок-схема

Це найпростіша блок-схема підпрограми, всього лише відповідає за вхід та вихід з сплячого режиму. Вхід та вихід з сплячого режиму відбувається по натисненню на єдину фізичну кнопку в даному приладі.

І остання третя, сама велика блок схема роботи підпрограми мікроконтролера цифрової системи контролю заряду акумулятора зображена на рисунку 2.4.3.

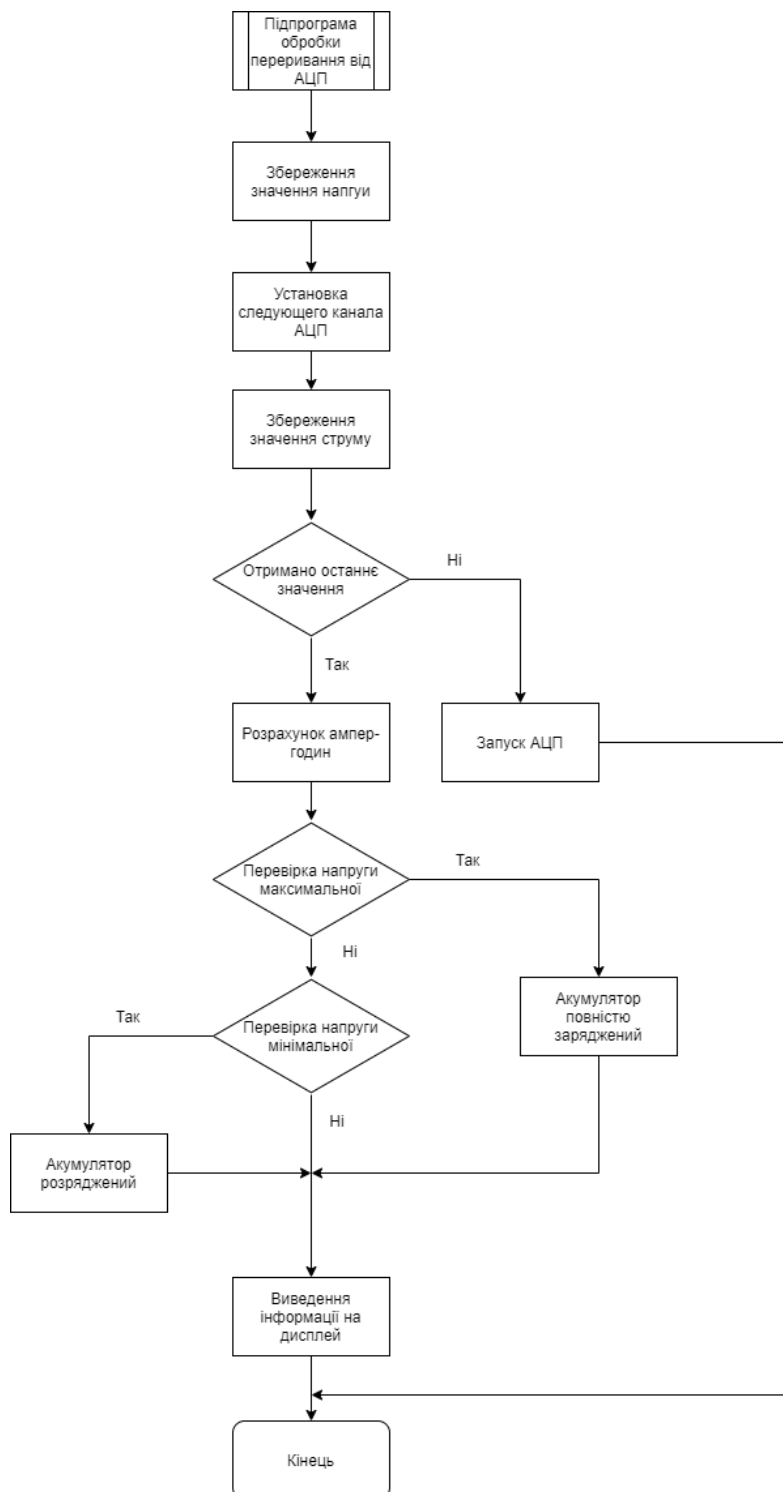


Рисунок 2.4.3 – Алгоритм другої підпрограми, що відповідає за опитування датчиків і обробку отриманих з них даних.

Це найбільша з трьох підпрограм, вона відповідає за:

- Опитування датчиків;
- Запис зібраних з датчиків значень у пам'ять;

- Розрахунок спожитих та витрачених ампер годин;
- Перевірку напруги, чи не досягає вона критичного максимуму або мінімуму, що може завдати шкоди акумулятору;
- Також при досяганні області максимуму чи області мінімуму напруги акумулятора, цей алгоритм робить поправку в підрахунок ампер годин, а при повному заряді чи розряді, відповідно скидає або встановлює на максимум лічильник ампер-годин.
- А також переводить данні у проценти, та виводить їх на дисплей.

### 3 РОЗРАХУНОК МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

#### 3.1 Похибка операційного підсилювача

Похибки:

- Похибка дрейфу нуля (випадкова адитивна);
- Похибка нелінійності коефіцієнта підсилення(випадкова мультиплікативна);

Для підсилювача,  $\Delta U_{\text{др}} = 1 * 10^{-3} \text{В}$ .

Розрахунок похибки дрейфу нуля:

$$\gamma_{\text{др}} = \frac{\pm \Delta U_{\text{др}}}{U_{\text{вих}}} * 100\%$$

$$\gamma_{\text{др}} = \frac{1 * 10^{-3}}{5} * 100 = 0,02\%$$

Для надійної роботи АЦП на його вхід подаємо сигнал в діапазоні 0-5V.

Похибкою нелінійності можна знехтувати, оскільки коефіцієнт підсилення дорівнює 10(при сигналі з сенсора від 0 до 5V).

#### 3.2 Похибка аналого-цифрового перетворювача

В мікроконтролері ATtiny24A використовується десяти-розрядний АЦП, що відповідає 1024 градаціям вихідного коду.

Роздільна здатність або точність АЦП з ідеальною передаточною характеристикою дорівнює:

$$\frac{100\%}{1024} = 0.098\%$$

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						60
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка диференційної нелінійності(адитивна похибка):

$$\gamma_{\text{дн}} = \frac{5}{2^{10}} = 0.005$$

Похибка квантування:

$$\gamma_{\text{кв}} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{2^{10}}$$

$$\gamma_{\text{кв}} = \frac{5 - 0}{2^{10}} = 0,005$$

Згідно паспортних даних, похибку інтегральної нелінійності, беремо рівну половині молодшого розряду при 10-ти розрядному АЦП та 5V на вході, отримуємо рівняння:

$$\gamma_{\text{інт.нел.}} = \frac{5}{2 * 1024} = 0,024$$

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						61
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система забезпечення безпеки роботи, збереження життя і здоров'я працюючих, в процесі усієї їхньої трудової діяльності.

Охорона праці на сьогоднішній день є однією з головних систем на підприємствах абсолютно різного напрямку будь-яких форм власності. Дотримуючись самих елементарних правил безпечного виконання робіт і вимоги до охорони праці, роботодавець може домогтися відчутного зниження виробничого травматизму, практично до 90%. Відсоток ймовірності, як завжди буде складати людський фактор, від якого складно піти. Саме таке процентне співвідношення з усіх випадків травматизму виникають через недотримання елементарних вимог охорони праці, як з боку роботодавця, так і з боку працівника.

Охорона праці, як система зачіпає практично кожен сторону життя людей. Вона переплітається з великою кількістю технічних і гуманітарних наук, виконуючи одне з найбільш важливих завдань - збереження здоров'я і життя людей при виконанні будь-яких робіт.

Вона включає в себе цілий комплекс заходів, що мають нормативно-правове забезпечення. До числа таких заходів відносяться організаційно-технічні, соціально-економічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні.

При роботі в сфері охорони праці слід керуватися, перш за все, Законом України про охорону праці. Крім того, Конституцією України, Кодексом законів про працю України, Законом України «Про загальнообов'язкове державне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», а також інших нормативно-правових актів, що регулюють відносини в сфері охорони праці, а також чинних міжнародних договорів, за згодою Верховної Ради України.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						62
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Норми Закону України про охорону праці:

- визначають основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, на безпечні і здорові умови праці;
- регулюють за участю відповідних органів державної влади відносини між працівником і роботодавцем з питань безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії;
- встановлюють єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Слід розуміти, що:

Охорона праці – це система правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів, і соціально-економічних та засобів, які направлені на збереження здоров'я та життя людини, а так само працездатності працівника в процесі його трудової діяльності.

Працівник - це особа, яка здійснює свою трудову діяльність на підприємстві або в організації, установі, яка виконує свої трудові обов'язки (функції) у відповідність з трудовим контрактом (договором).

Роботодавець - це власник організації, установи або підприємства, або уповноважений ним орган, незалежно від форми власності, виду діяльності, господарювання, а також фізична особа, яка використовує найману працю.

Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП) - це сукупність правил, норм, регламентів, положень, стандартів, інструкцій та інші документів, що обов'язкові для виконання, як працівниками, так і роботодавцем.

#### 4.1 Сфера застосування

Сферою застосування розробленої цифрової системи контролю заряду акумулятора є професії пов'язані з потребою контролю заряду великих акумуляторних батарей. Так само ця система може використовуватись для

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						63
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

простих побутових цілей: як контроль для портативного зарядного пристрою «Power Bank», як контролер акумулятора в невеликій системі сонячних батареї, також можна використати для системи безперебійного живлення.

Метою даного дипломного проекту є розробка цифрової системи контролю заряду акумуляторних батарей. В цій системі проводяться виміри таких фізичних величин, як:

- Напруга;
- Сила струму.

Система складається з таких блоків:

- Блок вимірювання напруги;
- Блок вимірювання сили струму;
- Блок стабілізатора напруги;
- Блок мікроконтролера;
- Блок дисплею.

Під час роботи над дипломним проектом були проведені наступні види робіт:

- Пошук, ознайомлення та аналіз існуючих технічних рішень, виділення їх позитивних і негативних факторів, а також опрацювання інформації та ідей по покращенню приладів.
- Пошук та аналіз можливих датчиків якими досить точно можна виміряти силу струму та напругу.
- Була проведена розробка структурної електричної схеми, функціональної електричної схеми, а також розробка принципової електричної схеми.
- Також був проведений аналіз похибок системи.
- А також було проведено ознайомлення з нормативно-технічною документацією з розробки автоматизованих систем і комплексів.



## 4.2 Технічні заходи, які забезпечують електробезпеку під час використання системи контролю заряду акумулятора

За для захисту життя і здоров'я людини, що працює з приладом, проектом передбачені наступні технічні заходи електробезпеки:

- застосування малих напруг;
- ізоляція струмоведучих мереж;
- правильне компонування, монтаж пристроїв і елементів;
- огороження струмоведучих частин, запобігання випадковим доторкань до них;
- дотримання умов безпеки при установці і заміні приладів і ін.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						65
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Метою дипломного проекту була розробка цифрової системи контролю заряду акумуляторної батареї. Було проведено огляд ринку, так як приладів з таким функціоналом не було знайдено, мені довелося провести аналіз пристроїв, що частково схожі за функціоналом. Результатом аналізу було визначено задачу: розробка приладу що буде більш удосконаленим, дешевшим та з ширшими можливостями.

В ході написання дипломної роботи також були розроблені такі схеми: електрична структурна, електрична функційна та електрична принципова. Також були розглянуті окремі блоки(датчики) принципової схеми.

Також був написаний алгоритм обробки даних отриманих з датчиків струму і напруги.

Також був розглянутий розділ охорони праці в ньому були визначені шкідливі та небезпечні чинники, які можуть завдати шкоди під час експлуатації цифрової системи контролю заряду акумулятора.

Результатом даного проекту є повна розробка цифрової системи контролю заряду акумуляторних батарей.

					ВА71.130004.001 ПЗ	Арк.
						66
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. <http://nauchebe.net/2014/07/analogovye-kommutatory-i-multipleksory-v-ustrojstvax-na-mikrosxemax/>
2. [https://vue.gov.ua/Аналого-цифровий\\_перетворювач](https://vue.gov.ua/Аналого-цифровий_перетворювач)
3. <http://www.labfor.ru/guidance/mpu-leso1/4>
4. <https://www.atlex.ru/baza-znanij/tematicheskij-glossarij/protessor-cpu/>
5. <https://uk.warbletoncouncil.org/dispositivos-de-almacenamiento-3538>
6. [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/6bilynskyj\\_elektronni\\_systemy/52.htm](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/6bilynskyj_elektronni_systemy/52.htm)
7. <http://www.labfor.ru/guidance/mpu-leso1/4#3>
8. [http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/ATtiny24\\_44\\_84.htm](http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/ATtiny24_44_84.htm)
9. Рідкокристалічні модулі МТ-10Т7, МТ-10Т8, МТ-10Т9  
<http://www.melt.com.ru/>
10. <https://www.cei.washington.edu/education/science-of-solar/battery-technology/>
11. <http://ukrefs.com.ua/page,2,156574-Razrabotka-termometra-s-avtomaticheskim-kontrolem-temperatury-na-baze-mikrokontrollera-AT90S2313-s-primeneniem-termostata-DS1620.html>
12. <http://org2.knuba.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=32480>