

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології на інформаційно-вимірjuвальної техніки

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

**Комп'ютеризована система вимірювання параметрів та
контролю стану акумулятора електромобіля**

Виконав: студент 4 курсу, групи MT-1
спеціальності 152 Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Галас Богдан Юрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник дтн, зав.каф.М та ІВТ

Подчашинський Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доц. Шавурський Ю.О.

(прізвище та ініціали)

доцент каф. АІТ ІІІ ім. проф. Б.Г. Савченка

Житомир–2022

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

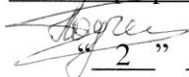
Кафедра Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., проф. Подчашинський Ю.О.

 “ 2 ” травня 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Галасу Богдану Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система вимірювання параметрів та контролю стану акумулятора електромобіля

керівник роботи Подчашинський Ю.О., дтн, проф. зав. кафедри Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “2” травня 2022 року №147/с

2. Строк подання студентом роботи “10” червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи вимірювання стану заряду акумулятора електромобіля, вмикання/вимикання системи, вивід вимірянних значень на дисплей

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) технічне завдання, огляд та аналіз існуючих систем вимірювання стану акумулятора електромобіля, розробка структурної, принципової схем, розробка програми та алгоритму, конструкторська частина

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

Структурна схема, принципова схема, блок-схема алгоритму та друкована плата

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3	Подчашинській Ю.О., дтн, проф		
4,5,6	Подчашинській Ю.О., дтн, проф		

7. Дата видачі завдання 2.05.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підготувати звіт про переддипломну практику	05.03.2022– 11.03.2022	
2.	Збір літературних даних за темою дипломної роботи та відомих систем вимірювання стану акумулятора	12.03.2022 – 29.03.2022	
3.	Ознайомитись з основними принципами побудови систем вимірювання стану акумулятора	01-.03.2022 – 07.04.2022	
4.	Розробка структурної схеми системи вимірювання стану акумулятора	08.04.2022 – 24.04.2022	
5.	Розробка принципової схеми системи вимірювання стану акумулятора	25.04.2022 – 03.05.2022	
6.	Вибір компонентів системи вимірювання стану акумулятора	05.05.2022 – 22.05.2022	
7.	Розробка блок-схеми алгоритму та програми системи вимірювання стану акумулятора	24.05.2022- 30.05.2022	
8.	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	02.06.2022 - 09.06.20212	

Студент

(підпис)
Б.Ю. Галас

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)
Ю.О. Подчашинський

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система вимірювання параметрів та контролю стану акумулятора електромобіля» містить 55 сторінок, 20 рисунків, 4 таблиці, 13 формули, 17 джерела.

В роботі розглядається актуальність комп'ютеризованої системи вимірювання параметрів та контролю стану акумулятора електромобіля. Зроблено обґрунтування та вибір складових системи.

Побудовані структурна та принципова схеми. Розроблена блок-схема алгоритму програми та програма для комп'ютеризованої системи.

Розроблена друкована плата. Розраховані показники надійності. Розглянута охорона праці.

Ключові слова: акумулятор, контроль стану акумулятора, мікропроцесор, модуль can bus.

ANNOTATION

The bachelor's thesis on "Computerized system for measuring parameters and monitoring the condition of the electric car battery" contains 55 pages, 20 figures, 4 tables, 13 formulas, 17 sources.

The paper considers the relevance of a computerized system for measuring parameters and monitoring the status of the electric vehicle battery. Substantiation and selection of system components are made.

Structural and basic schemes are built. The block diagram of the program algorithm and the program for the computerized system are developed.

Printed circuit board developed. Reliability indicators are calculated. Labor protection is considered.

Keywords: battery, battery status monitoring, microprocessor, can bus module.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та галузь застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	8
1.3. Технічні параметри комп'ютеризованої системи	8
1.4. Вимоги до конструкції та надійності системи.....	9
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ.....	10
2.1.Актуальність розробки.....	10
2.2. Огляд існуючих технічних рішень.....	11
2.3.Спосіб підключення діагностичних пристроїв.....	17
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	18
3.1. Обґрунтування вибраних технічних рішень	18
3.2. Розробка структурної схема.....	23
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	25
4.1. Вибір типу мікроконтролера.....	25
4.2.Вибір модуля підключення до автомобіля.....	27
4.3.Вибір дисплея.....	27
4.4. Вибір кнопок керування.....	29
4.5. Принципова електрична схема.....	30
4.6. Розрахунок похибок вимірювання стану акумулятора.....	31
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ.....	34
5.1. Розробка алгоритму	34
5.2. Розробка програми.....	35
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	39
6.1.Розробка друкованої плати.....	39
6.2. Розрахунок надійності системи.....	41
7.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
7.1. Охорона праці.....	46
7.2. Пожежна безпека приміщення.....	47
7.3. Навчання, інструктаж працівників з питань охорони праці.....	48
7.4. Охорона праці при обслуговуванні автомобіля.....	49
ВИСНОВКИ.....	53
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТКИ.....	56

					МММТ 480.003.003 – ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Комп'ютеризована система вимірювання параметрів та контролю стану акумулятора електромобіля	Літ.		Арк.	Аркнівів		
Розробив		Галас Б.Ю.						6	55		
Перевірів		Подчаїшинський Ю.О.									
Рецензент		Мавруський									
Н. контр.											
Затверд.		Подчаїшинський Ю.О.									
					Пояснювальна записка	ДУ «Житомирська політехніка», МТ-1					

ВСТУП

Останнім часом автомобільна промисловість почала виробляти дуже багато автомобілів, що приводяться в рух, за рахунок електродвигуна, та живляться від акумуляторів. Вони мають багато переваг перед класичними автомобілями з двигуном внутрішнього згорання. Одна з таких переваг відсутність шкідливих викидів в атмосферу. Що робить електромобілі ідеальним засобом пересування для міст. Також електромобілі позитивно впливають на баланс електросистем міст.

Технологія створення акумуляторів з роками покращується. Це позитивно впливає на ресурс акумуляторів, та на можливості їх використання в різних областях. Одним зі основних вузлів електромобіля є акумуляторна батарея, вона має певний ресурс, що характеризується кількістю циклів розряду та заряду. Тому саме цей вузол частіше всього треба перевіряти на несправність. В середині автомобіля є блок керування, що міряє напругу на всіх елементах батареї, та не дозволяє машині глибоко розряджати її, та перезаряджати. Цей блок обмінюється інформацією з іншими системами електромобіля за допомогою інтерфейсу передачі даних CAN-Bus. Саме цей інтерфейс повинен бути в пристрої для діагностування батареї електромобіля.

В існуючих вимірювальних пристроях існує проблема в діагностуванні. Вона закладається в тому, що для її перевірки без електромобіля, батарею потрібно розпаковувати з її герметичного корпусу, а це несе за собою ряд певних проблем. Розроблювана система дозволяє уникнути цих проблем.

Новизна вимірювальної системи в тому, що вона може працювати одразу з акумуляторною батареєю, без участі автомобіля. Вимірювальну систему можна одразу під'єднати до батареї електромобіля.

Завдання даної дипломної роботи – розробка комп'ютеризованої системи вимірювання параметрів та контролю стану акумулятора електромобіля.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1. Призначення та межі застосування

Комп'ютиризована вимірювальна система повинна контролювати стан акумулятора легкового електромобіля.

Областю застосування є використання для вимірювання стану акумулятора легкового електромобіля.

1.2. Умови експлуатації та параметри навколишнього середовища

- Температура навколишнього середовища від 0 0С до + 50 0С.
- Відносна вологість до 80 % при температурі + 25 0 С.
- Атмосферний тиск 600-800 мм рт. ст.
- Хімічно активні компоненти відсутні.
- Вібрація, тряска, удари відсутні.
- Характер роботи перервний.
- Абсолютна похибка вимірювання стану акумулятора: 0,5%;
- Відносна похибка вимірювання стану акумулятора: 1%;
- Напруга живлення – від 10,5В до 14,2В.

1.3. Технічні параметри системи

Комп'ютиризована система повинна забезпечити рішення наступних завдань:

- Визначення стану та значення напруги акумуляторної батареї;
- Вивід повідомлення на дисплей про стан та значення напруги акумуляторної батареї.
- Режим роботи: автоматичний.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Вимоги до конструкції та надійності системи

- Система є резервована, придатна до ремонту, відновлювальна.
- Напрацювання до відмови складає не менше 15 000 годин.
- Габарити корпусу – 143,3х119х27мм.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1.Актуальність розробки

Елементи живлення укомплектовані в блоки з напругою близько 400В. Таке значення електричної напруги вибрано для того, щоб, з одного боку, цієї величини вольтажа було досить, для малопотужних моторів, з іншого боку, при такій компоновці витрати на подолання опору є низькими. Літієві батарейки мають напругу від 3,6 до 4 В, отже, якщо з'єднати послідовно 100 батарейок можна отримати 400 В. Самі блоки з'єднані паралельно, це зроблено з метою збільшення ємності.

Батарейний відсік формують 16 блоків, які паралельно з'єднані і огорожені від навколишнього середовища за допомогою металевих пластин, а також, пластиковою накладкою, що запобігає потраплянню води.

Кожен блок складається з 74 елементів, з вигляду вкрай схожих з простими пальчиковими батарейками (літій-іонні осередки Panasonic), розділених на групи. При цьому, з'ясувати схему їх розміщення і роботи майже нереально – це великий секрет. У ролі позитивного електрода служить графіт, а негативного - нікель, кобальт і оксид алюмінію. [1]

Зараз на ринку є декілька готових рішень приладів для діагностики електромобілів. Перед тим як перейти до проектування даного приладу, потрібно проаналізувати, готові рішення, що зараз є у вільному продажу. Одразу можна сказати, що так як сервіс електромобілів в Україні не досить популярний, то і пристроїв для їх діагностики не багато.

Основні марки електромобілів що є в Україні:

- Nissan;
- Renault;
- Hyundai;
- Tesla;
- Kia.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, розглянемо, офіційні спеціалізовані діагностичні пристрої, що можуть собі придбати тільки офіційні дилерські станції технічного обслуговування електромобілів, та не офіційні для широкого кола користувачів

2.2. Огляд існуючих технічних рішень

Перший розглянутий діагностичний прилад Nissan Consult-3 Plus (рисунок 2.1), може працювати з електромобілями фірми Nissan, а саме Nissan Leaf та Nissan eNV200. Офіційно придбати цей пристрій може тільки авторизована станція технічного обслуговування Nissan, проте є аналог цього пристрою виробленого в Китаї, що можна купити в міжнародних інтернет магазинах.



Рис.2.1. Діагностичний пристрій Nissan Consult-3 Plus

Для роботи з цим пристроєм потрібен комп'ютер зі спеціальним програмним забезпеченням, та порт підключення USB 2.0, або вище. В програмного забезпечення для роботи з пристроєм можна обрати одну з одинадцяти мов, але Української немає. За допомогою цього пристрою можна прочитати, розшифрувати та зробити скидання помилок.

А так зробити налаштування різних блоків системи автомобіля, серед яких є блок керування тяговою батареєю електромобіля.

Цей пристрій має такі недоліки:

- висока ринкова ціна;
- неможливість роботи без комп'ютера;

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обмежена портативність;
- важкість придбання;

Діагностичний прилад Renault Clip, працює лише з автомобілями Renault. У компанії Renault, на відміну від Nissan більший модельний ряд електромобілів, а саме:

- Renault Zoe;
- Renault Kangoo
- Renault Twizy;
- Renault Fluence;
- Renault Master.

Renault Clip, зображений на рисунку 2.2, працює з усіма електромобілями Renault, але так як пристрій призначено використовувати на офіційних станції технічного обслуговування електромобілів Renault, у вільному продажу Renault Clip немає. Але є не офіційні версії приладу, що можна купити в спеціалізованих магазинах, обладнання для станцій технічного обслуговування автомобілів.



Рис.2.2. Діагностичний пристрій Renault Clip

Для роботи з цим діагностичним приладом потрібно мати комп'ютер, з спеціалізованим програмним забезпеченням, що міститься на компакт диску, що йде в комплекті до пристрою. Пристрій підключається до електромобіля, через діагностичний роз'єм OBD-2, а до комп'ютера через USB порт.

Діагностичний пристрій LM327 – це звичайний мікроконтролер PIC з прошивкою, розробленої Elm Electronics. Коли перша версія ELM327

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надійшла в продаж, виявилося, що виробник забув активувати в своїх пристроях захист від копіювання. Це дозволило всім охочим зробити копію прошивки за допомогою програматора. Що, в свою чергу, призвело до створення дешевих клонів на спрощеній елементній базі. Все ELM327, що надходять з Китаю, є клонами оригінального продукту і мають різний ступінь програмної і апаратної сумісності з оригінальним ELM327. Так як тільки перша версія прошивки виявилася доступна для копіювання, клони з більш новими прошивками є адаптацією старої прошивки і спробою відтворити функціональність новіших оригінальних прошивок. Як наслідок, кількість помилок і проблем (проблеми можуть виникнути як з прошивкою пристрою, так і з самим пристроєм) в таких клонах вище, а рівень сумісності з оригіналом - нижче.



Рис.2.3. Діагностичний пристрій ELM327

ELM327 реферує протокол низького рівня і представляє простий інтерфейс, який можна викликати через UART, зазвичай за допомогою ручного діагностичного засобу або комп'ютерної програми, підключеної через USB, RS-232, Bluetooth або Wi-Fi. Існує велика кількість доступних програм, які підключаються до ELM327. За допомогою програмного забезпечення CanZE для пристроїв з операційною системою Android або iOS, можна отримати параметри акумуляторної батареї. [2]

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тестер Konnwei KW600 рис.2.4.



Рис.2.4. Тестер Konnwei KW600

Тестер Konnwei KW600 – універсальний пристрій для діагностики свинцево-кислотних автомобільних акумуляторів з номінальною напругою 12 Вольт. З його допомогою можна тестувати всі свинцево-кислотні акумулятори такі як: AMG (плоскі, спіральні), стандартні, заливні, гелеві, необслуговуються та обслуговуються. Тестування проводиться відповідно до основних стандартів (CCA, BCI, CA, MCA, JIS, DIN, IEC, EN, SAE, GB.)

Цей прилад здатний:

- швидко і точно вимірювати струм пуску холодного двигуна;
- оцінювати рівень зарядженості акумулятора;
- визначати основні несправності в системі пуску двигуна.

Оцінюються як стан АКБ, зарядженість, пусковий струм, відсоток амортизації, так і пускова та зарядна електросистеми автомобіля. При цьому тести проводяться без навантаження, тому не можуть пошкодити акумулятор, а результати відрізняються сталістю.

Додаткові можливості тестера KW600:

- 1) Визначає несправний акумулятор.
- 2) Захищає від неправильного підключення приладу, зворотна полярність підключення не призводить до поломки тестера і негативно впливає на АКБ.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

3) Для контролю витоку заряду немає необхідності в попередньому зарядженні АКБ.

4) Стандарти тестування включають більшість сучасних стандартів CCA, BCI, CA, MCA, JIS, DIN, IEC, EN, SAE, GB.

5) Оснащений додатковими функціями, у тому числі вольтметром, амперметром, термометром та режимом резервного живлення для ЕБУ.

6) Записує на згадку до 100 груп тестових даних з можливістю аналізу та виведенням результатів на друк.

Відмінні риси тестера KW600:

1) Простота використання. можливість тестування АКБ, встановленого в автомобілі;

2) Швидкий та точний результат тестування. Оцінка зношеності акумулятора та видача висновку "Нормальний" або "Потребує заміни";

3) Великий та легко читаний РК-дисплей;

4) Експрес-тест, якщо відома номінальна ємність АКБ;

5) Оцінка різних параметрів пускової системи автомобіля;

6) Живлення від батареї, що тестується (батарею не потрібно), навіть яка знаходиться в глибокому розряді.

Характеристики:

- Вага 0.5;
- Розміри пристрою: 16,5 см * 6 см * 2,5 см;
- Монітор LCD TFT;
- Розмір монітора 2.4" кольоровий TFT екран;
- Діапазон вхідної напруги 8-16В;
- Кольоровий TFT LCD екран;
- Робоча температура від 0 до +50 градусів.

Тестер акумуляторних батарей MDX-655P Start-Stop рис.2.5. Тестер акумуляторних батарей MDX-655P Start-Stop – нове покоління тестерів акумуляторів і Start-Stop систем поєднує в собі провідну в області технологію провідності для тестування акумуляторів, в якій втілені 25 років

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.2.5. Тестер аккумуляторних батарей MDX-655P Start-Stop

досвіду та інновацій, засновані на застосуванні тестерів Midtronics вантажних та легкових автомобілів.

Розширені функції серії MDX включають:

- 1) Можливість роботи з великою кількістю типів транспортних засобів, типів АКБ, стандартів вимірювання;
- 2) Перевірка стартерів та систем підзарядки 12 та 24В, включаючи системи Start-Stop;
- 3) Перевірка кожного аккумулятора не більше 10 секунд;
- 4) Якісна та кількісна оцінка стану АКБ (рекомендації щодо заміни або заряду АКБ на екрані приладу);
- 5) Великий екран зі зворотним підсвічуванням і покращений інтерфейс користувача;
- 6) Вбудований термопринтер;
- 7) Не вимагає зовнішнього джерела живлення;
- 8) Поліпшена конструкція змінного кабелю.

Технічні характеристики:

- Виробник: Midtronics;
- Країна виробник: Нідерланди;
- Тип: Тестер;
- Застосування тестера: АКБ, Стартери;

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- Робоча напруга: АКБ 12, 24 В;
- Функції: Вольтметр, Термометр;
- Кольоровість монітора: Чорно-білий;
- Підсвічування екрану: Так;
- Вбудований принтер: Так;
- Напруга: 24 В.

2.3.Спосіб підключення діагностичних пристроїв

Всі діагностичні засоби використовують CAN підключення до машин. Controller Area Network, (CAN) (локальна мережа контролерів, він же CAN-Bus і Інтерфейс CAN) – стандарт, призначений для організації високонадійних та недорогих каналів зв'язку у розподілених системах керування. CAN створений компанією Robert Bosch GmbH в середині 1980-х і знайшов широке застосування у промисловій автоматизації, технологіях розумного будинку, автомобільній промисловості та інших галузях. Найчастіше CAN-інтерфейс використовується як зв'язна ланка між головною магістраллю та багатьма допоміжними датчиками, механізмами і т. д., підключення яких до центральної магістралі не завжди доцільне.

CAN є послідовною шиною, що підтримує одночасну роботу багатьох ведучих пристроїв. Це означає, що всі вузли CAN-мережі мають можливість передавати дані і декілька вузлів одночасно можуть давати запит на шину.

Шина даних CAN використовує виту пару провідників і працює з максимальною швидкістю трансляції 1 Мбіт/с на довжині до 40 м. Із збільшенням відстані зменшується максимальна швидкість трансляції (напр. 250 кбіт/с до 250 м).

Роз'єми для мережі CAN не стандартизовані.

Кожен протокол високого рівня зазвичай визначає свій тип роз'ємів для CAN-мережі.

У будь-якій реалізації мережа CAN – фізичне середовище передачі

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

даних інтерпретується як ефір, в якому контролери, працюють як прийомопередавачі. При цьому, розпочавши передачу, контролер не перериває прослуховування ефіру, зокрема він відстежує і контролює процес передачі поточних даних. Це означає, що усі вузли мережі одночасно приймають сигнали, що передаються по шині. Неможливо послати повідомлення якомусь конкретному вузлу. Проте, CAN-контролери надають апаратну можливість фільтрації CAN-повідомлень. CAN мережа призначена для комунікації так званих вузлів. Кожен вузол складається з двох складових. Це власне CAN-контролер, який забезпечує взаємодію з мережею і реалізує протокол, і мікропроцесор (CPU).

Відповідно розглянувши виробників на ринку, можна стверджувати що такі прилади є:

- дорогі;
- в більшості випадків потребують наявності телефону або комп'ютера;
- не є універсальними.

Отже, для розробки приладу мікропроцесорної системи контролю стану автомобільного акумулятора нам необхідно буде використати CAN підключення, щоб отримати необхідні данні, а саме стан блоків. Тобто, користувачеві автомобіля доступна інформація про батарею загалом, але за допомогою даного пристрою можна буде дізнатися стан кожного блоку, що дасть можливість не витратити кошти на заміну всієї батареї, а замінити лише певний блок. Для цього нам потрібно буде знати лише опір, справного блоку і порівняти його з опором кожного наявного блоку в автомобілі. Оскільки, якщо опір блоку збільшився, це вже є сигналом що один елемент, або певна кількість елементів блоку зіпсувались. [3]

Тому розробимо універсальну мікропроцесорну систему контролю стану автомобільного акумулятора з CAN підключенням та відображенням стану акумулятора для візуального сприйняття.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

3.1. Обґрунтування вибраних технічних рішень

Мікроконтролерна система контролю стану акумулятора легкового автомобіля на базі мікроконтролерної платформи Arduino UNO повинна вимірювати стан та значення напруги акумуляторної батареї, виводити ці значення в вигляді повідомлень на дисплей. Тому для повного функціонування системи потрібно наступні складові:

- Мікроконтролер – для управління системою;
- Дисплей для виводу повідомлень;
- Кнопки для управління системою;
- Стабілізатор напруги для пониження напруги для живлення мікроконтролера Arduino;
- Щупи для зняття значень з акумуляторних барей;
- Модуль CAN Bus V2.0B для підключення мікроконтролера до роз'єму автомобіля.

Мікроконтролери (МК) – найбільш простий тип мікропроцесорних систем, у яких усі або більшість вузлів системи виконані у вигляді однієї мікросхеми.

Нині випускається низка типів МК. Ці прилади можна умовно поділити на три основні класи:

- 8-розрядні МК для додатків, що вбудовуються;
- 16- та 32-розрядні МК;
- Цифрові сигнальні процесори (DSP).

Найбільш поширеним представником сімейства МК є 8-розрядні прилади, що широко використовуються в промисловості, побутовій та комп'ютерній техніці, що випускаються відомими фірмами – Motorola, Microchip, Intel, Zilog, Atmel та багатьма іншими.

У ході розробки мікропроцесорної системи було обрано мікроконтролер Arduino UNO. Особливість даного мікроконтролера

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зручність програмування, так як є можливість встановлення бутлодера Arduino, що дозволяє програмувати мікроконтролер у програмі Arduino IDE.

Arduino – торгова марка апаратно-програмних засобів для побудови простих системних автоматики і робототехніки.

Програмна частина складається з безкоштовної програмної оболонки (IDE) для написання програм, їх компіляції та програмування апаратури.

Плата Arduino складається з мікроконтролера Atmega, а також елементів обв'язки для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах наявний лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тактування здійснюється на частоті 32, 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.

Плати Arduino дозволяють використовувати значну кількість виводів мікроконтролера як вхідні/вихідні контакти у зовнішніх схемах. Також існує багато різних зовнішніх плат розширення, які називаються «shields» («щити»), які приєднуються до плати Arduino через штирові роз'єми.

Сучасні 8-розрядні МК мають відмітні ознаки:

- модульна організація, при якій на базі одного процесорного ядра (центрального процесора) проектується ряд (лінійка) МК, що різняться обсягом та типом пам'яті програм, обсягом пам'яті даних, набором периферійних модулів, частотою синхронізації;

- використання закритої архітектури МК, що характеризується відсутністю ліній магістралей адреси та даних на висновках корпусу; МК є закінченою системою обробки даних, нарощування можливостей якої з використанням паралельних магістралей адреси та даних не передбачається;

- Використання типових функціональних периферійних модулів (таймери, процесори подій, контролери послідовних інтерфейсів, аналого-цифрові перетворювачі та ін), що мають незначні відмінності в алгоритмах роботи в МК різних виробників;

- Розширення числа режимів роботи периферійних модулів, які задаються в процесі ініціалізації регістрів спеціальних функцій МК.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому зупиняємо свій вибір на мікроконтролерах 8-розрядних. Такий сучасний мк AtMega328. На базі AtMega328 побудовані сучасні платформи Arduino.

Для проекту було обираємо платформу Arduino Uno, враховуючи тему дипломного проекту, кількість виводів, популярність та сумісність з іншими складовими системи.

Для роботи мікроконтролера AtMega328 (на базі Arduino Uno) в CAN мережі, необхідна спеціалізована мікросхема MCP2515. Це контролер CAN мережі з SPI інтерфейсом підключення до мікроконтролера. Мікросхема TJA1050T необхідна, для правильної роботи пристрою в мережі. Це CAN-Bus трансивер, за допомогою нього мікроконтролер може приймати пакети даних, та відправляти їх в мережу.

На даний момент всі автомобілі сучасного виробництва мають різноманітну електроніку, в основі якої є CAN-шина. CAN (Controller Area Network) – це спеціальний інтерфейс, який призначається для передачі інформації у вигляді сигналів. Варто звернути увагу на те, що CAN-шина широко використовується виробниками автомобілів, адже за її допомогою можна змінювати функціонал автомобіля без значного втручання та серйозних змін в автомобільній електроніці.

CAN BUS — це так звана автомобільна електронна шина яка була розроблена Робертом Бошем, активно застосовується в автомобільній та авіакосмічній індустрії. У 1968 році перший автомобіль який випускався з CAN-шиною, і був це BMW 850 купе. Використання такої шини допомогло автомобілю позбутися від 2-х кілометрових дротів та полегшити автомобіль на 50 кілограм.

Схема автомобільної проводки на базі CAN-шина рис.3.1.

AN-шина найчастіше використовується в автомобільному головному пристрої. Але ж прогрес не стоїть на місці, раніше щоб підключити магнітолу до CAN-шини досить було придбати ISO роз'єм, але з появою нової акустики, підсилювачів, різноманітної цифрової електроніки це стало важко, адже автомобіль став володіти технічно складною схемою. При підключенні не рідного головного пристрою для уникнення втрати всіх функцій

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується can-bus адаптер, завдяки якому всі заводські налаштування зберігаються.

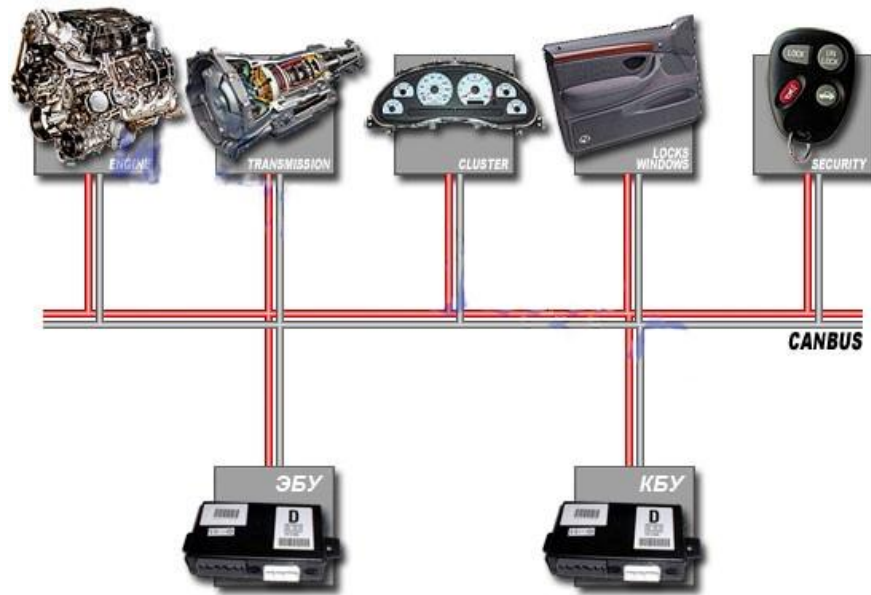


Рис.3.1. Автомобільна проводка на базі CAN-шина

У кожної марки автомобіля Can-bus адаптер виконує певний функціонал, ось наприклад: до автомобільних марок Toyota, тільки в тих моделях де встановлений підсилювач, проводиться повноцінна робота з головним пристроєм. Він дає можливість у регулюванні гучності відтвореного звуку в передніх та задніх динаміках, або ж з лівого чи правого боку. Варто звернути увагу на те, що більшість головних пристроїв які існують на ринку автозвуку така опція може бути недоступною. А ось can-bus адаптер для автомобільної марки KIA Sorento та KIA Sportage з установленим цифровим підсилювачем, при передачі аудіосигналу від джерела до споживача виключає абсолютно будь-які наведення та шуми з поємками.

(Автомобільна в якій відсутній адаптер для роботи з підсилювачем, буде виконувати підключення безпосередньо до динаміків.)

Варто звернути увагу при використанні якісного can-bus адаптера, значно розширюється функціональність автомобіля.

Для виведення інформації з приладу, було вирішено використати дисплей.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Дисплей – пристрій, що виводить на екран текстову і графічну інформацію; монітор. Дисплей потрібно обрати сумісний з мікроконтролером Arduino та підключення по SPI шині, що дозволить викристати чотири виводи Arduino.

Система повинна мати можливість живлення від електромобіля. Бортова мережа електромобіля, має діапазон напруг від 10,5В до 14,2В.

Так як мікроконтролер живиться від +5В, то необхідний понижувальний стабілізатор напруги.

3.2. Структурна схема

Вибравши всі необхідні деталі комп'ютеризованої вимірювальної системи, для відображення загальної структури пристрою, було створено структурну схему з усіма зв'язками елементів між собою (рисунок 3.2).

Складові системи наступні:

- Мікроконтролер – для управління системою;
- Дисплей для виводу повідомлень;
- Кнопки для управління системою;
- Стабілізатор напруги для пониження напруги для живлення мікроконтролера Arduino;
- Щупи для зняття значень з акумуляторних батарей червоний та чорний щуп;
- Модуль CAN Bus V2.0B для підключення мікроконтролера до роз'єму автомобіля.

Елементи схеми наступні:

- 1) ЖАБ – живлення автомобільного блоку 10,5-14В;
- 2) СН – стабілізатор напруги;
- 3) Щ1,Щ2 – щуп 1 червоний та щуп 2 чорний;
- 4) МК – мікроконтролер;
- 5) МКБ – модуль кан бис;
- 6) Д – дисплей;

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7) К1,К2 – кнопка управління 1, кнопка 2.

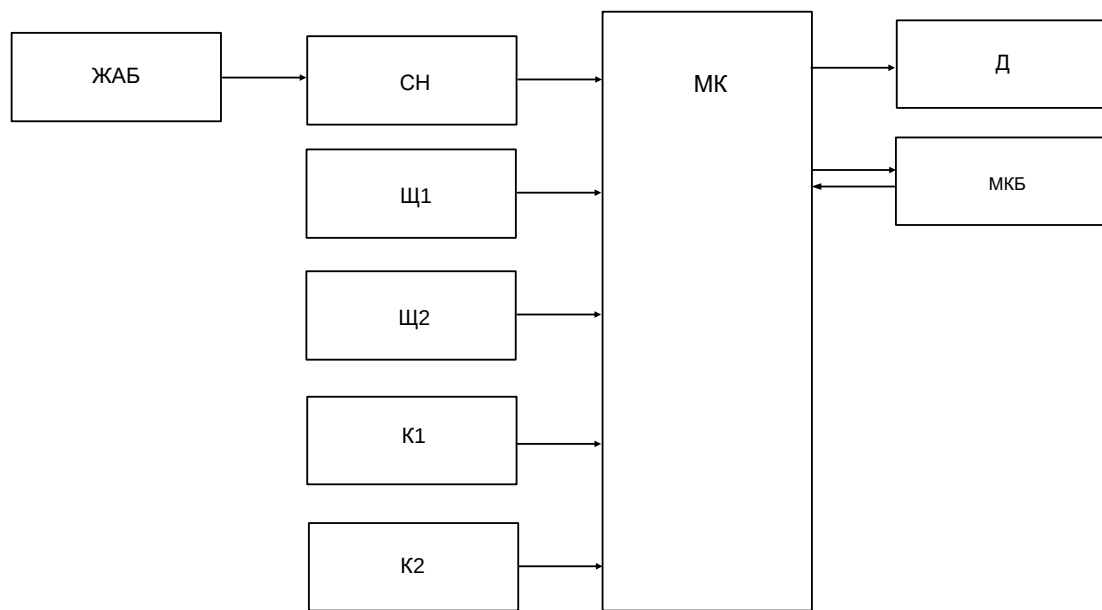


Рис.3.2. Структурна схема вимірювальної системи контролю стану автомобільного акумулятора

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1. Вибір мікроконтролеру

Arduino Uno – це пристрій на основі мікроконтролера ATmega328 (datasheet). У його склад входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрисхемного програмування (ICSP) і кнопка скидання. Для початку роботи з пристроєм досить просто подати живлення від AC/DC-адаптера або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю.

Зовнішній вигляд двох сторін Arduino Uno представлений на рис.4.1.

[4]

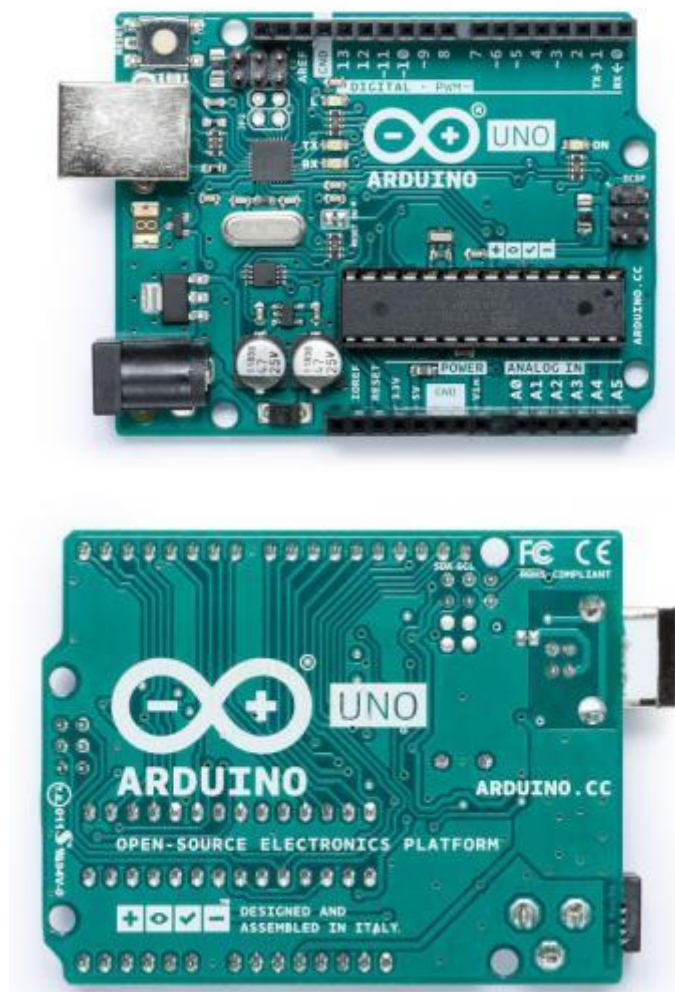


Рис.4.1. Arduino Uno

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики:

- Мікроконтролер: ATmega328;
- Робоча напруга: 5В;
- Напруга живлення (рекомендований) 7-12В;
- Напруга живлення (граничне): 6-20В;
- Цифрові входи / виходи: 14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів);
- Аналогові входи: 6;
- Максимальний струм одного виведення: 40 мА;
- Максимальний вихідний струм виводу: 3.3V 50 мА;
- Flash-пам'ять: 32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем;
- SRAM: 2 КБ (ATmega328);
- EEPROM: 1 КБ (ATmega328);
- Тактова частота: 16 МГц.

Призначення виводів Arduino Uno представлено на рис.4.2.[5]

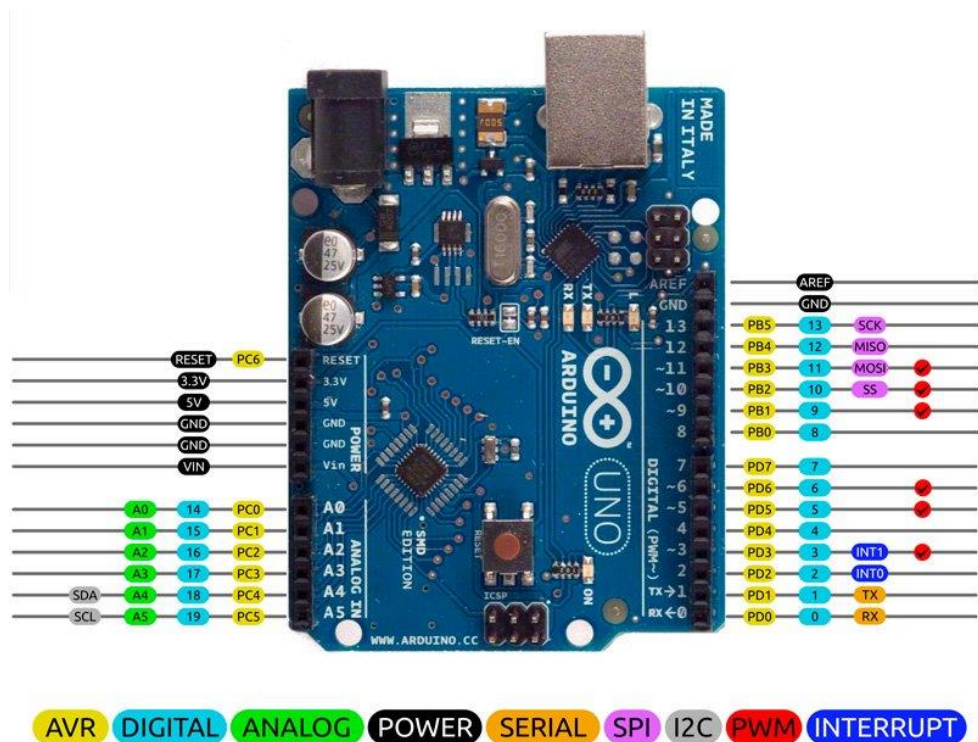


Рис. 4.2. Призначення виводів Arduino Uno

4.2.Вибір модуля підключення до автомобіля

CAN-Bus трансивер, за допомогою нього мікроконтролер може приймати пакети даних, та відправляти їх в мережу.

Модуль CAN Bus V2.0B, має наступні характеристики:

- CAN Bus V2.0B, швидкість передачі даних до 1 Мбіт / с;
- Підтримка стандартних, розширених кадрів даних, кадрів віддаленого запиту;
- Поле даних: 0-8 байт;
- Опір: 120 Ом;
- Напруга живлення: 5 В;
- Розмір плати: 4 x 2.8 см. [6]

Зовнішній вигляд модулю на основі CAN-контролера MCP2515 і трансивера TJA1050 для реалізації протоколу CAN по інтерфейсу SPI зображено на рисунку 4.3.

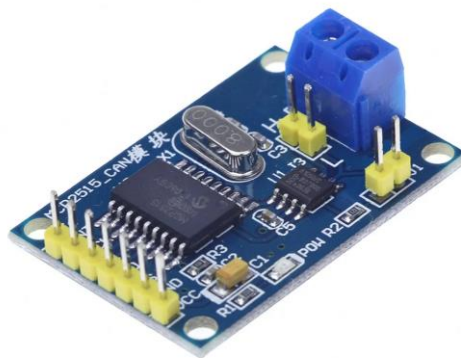


Рис.4.3. Модуль CAN Bus V2.0B

4.3.Вибір дисплея

Для виведення інформації з приладу, було вирішено використати OLED дисплей SSD1306 (Рисунок 6) з діагоналлю 0.96 дюйма.

Органічний світлодіод (англ. Organic light-emitting diode, скор. OLED) - напівпровідниковий прилад, виготовлений з органічних сполук, ефективно

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випромінюючих світло при проходженні через них електричного струму. Основне застосування OLED-технологія знаходить при створенні пристроїв відображення інформації.

Цей дисплей має дуже гарну яскравість, тому інформацію на ньому гарно видно, і в день, і в ночі. А також даний дисплей має інтерфейс підключення I2C до мікроконтролера, що дозволяє його під'єднати всього чотирма провідниками. [7]

Пристрій повинен мати можливість живлення як від електромобіля. Бортова мережа електромобіля, має діапазон напруг від 10,5В до 14,2В. Так як мікроконтролер живиться від +5В, то необхідний понижувальний стабілізатор напруги.



Рис. 4.4. OLED дисплей SSD1306

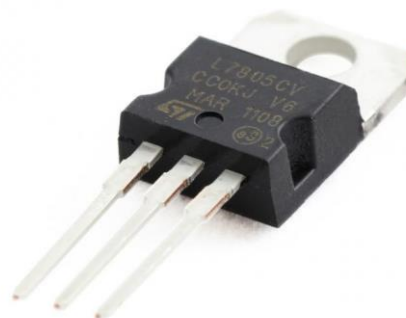


Рис.4.5. Стабілізатор напруги LM7805 TO-220

Для цього обрано мікросхему LM7805 (рисунок 7) з наступними характеристиками:

- Вхідна напруга: від 7В до 25В;
- Вихідна напруга: 5В;
- Максимальний вихідний струм: 1,5 А;
- Корпус: ТО-220.[8]

4.4. Вибір кнопок керування

Для введення інформації використовуються дві тактові кнопки. За допомогою них, можна переміщатися по пунктах меню приладу, та в ручному режимі відправляти команди з приладу до блока керування акумуляторної батареї. Були вибрані найбільш дешеві дві тактові кнопки в DIP корпусі з 4 контактами (рисунок 4.6).



Рис.4.6. Тактова кнопка

Технічні характеристики:

- Модель: KLS7-TS6601-5.0-180 (TS-A2PS-130, SWT-4);
- Опір ізолятора: 100 МОм;
- Опір контактів: 0,1 Ом
- Робоча напруга: до 12 В;
- Гранична напруга: 250 В змінного струму протягом 1 хв.;
- Робочий струм: 50 мА;
- Розміри (з ногами): 6×6×8,5 мм. [9]

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5. Принципова електрична схема

На базі структурної схеми створено електричну схему з графічним відображенням всіх електричних зав'язків елементів. Де DA1 це стабілізатор напруги LM7805, C1 та C2 конденсатори ємністю 100 нФ (відповідно до даташиту LM7805), SB1 та SB2 кнопки управління, R1 та R2 резистори підтягуючі (щоб, на порті мікроконтролера при не нажатій кнопці, був низький рівень сигналу, тобто логічний нуль) з опором 1к. DD1 мікроконтролер (мозок всієї системи), DD2 модуль CAN Bus V2.0B з виводами підключення CANH та CANL (за допомогою яких і виконується обмін даними). DPY OLED дисплей (для відображення даних блоку батареї). Схема представлена на рисунку 4.7.

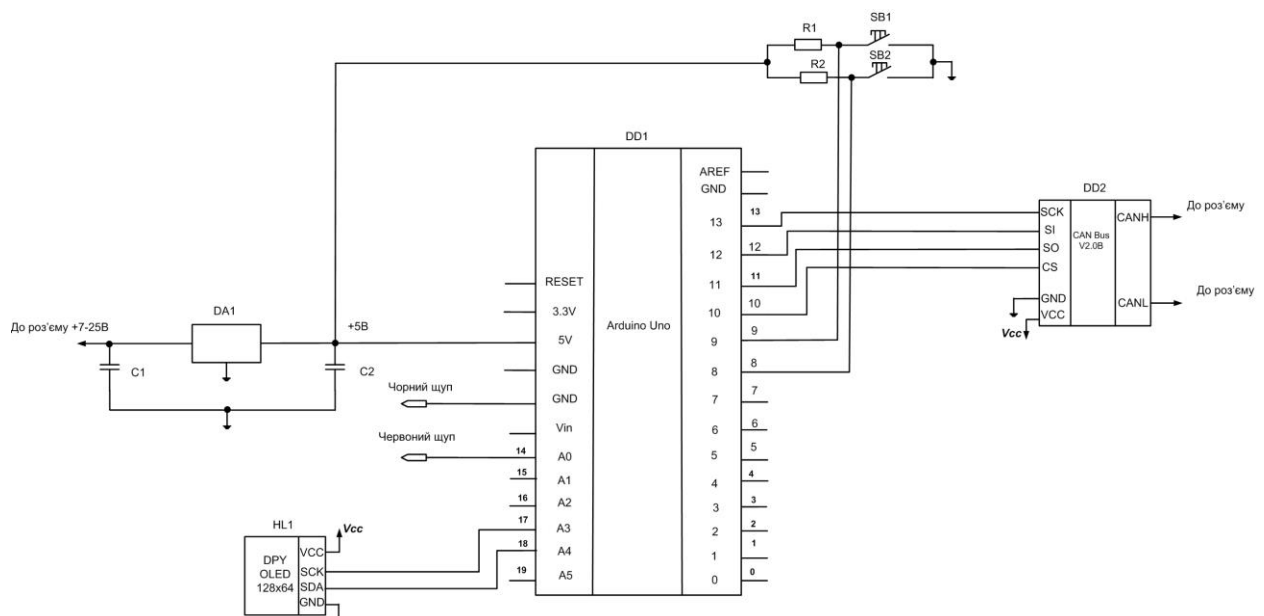


Рис.4.7. Принципово-електрична схема вимірювальної системи контролю стану автомобільного акумулятора

Складові системи наступні:

- DD1 – Arduino Uno;
- DD2 – модуль CAN Bus V2.0B;
- DA1 – стабілізатор напруги LM7805;
- SB1, SB2 – тактові кнопки KLS7-TS6601;
- HL1 – OLED дисплей SSD1306;
- R1, R2 – 1кОм;
- C1, C2 – 100 нФ.

4.6. Розрахунок похибок вимірювання стану акумулятора

Залежність напруги на клемі від ступені заряду акумулятора представлений в табл.4.1

Таблиця 4.1

Напруга на клемі без навантаження, В		Рівень заряду, %
малосурм'янисті (Sb/Sb) гібридні (Sb/Ca)	кальцієві (Ca/Ca) та AGM/Gel (Ca/Ca)	
12,51-12,66	12,66-12,81	100
12,31-12,46	12,46-12,61	75
12,1-12,25	12,26-12,41	50
11,92-12,07	11,86-12,01	25
11,75-11,90	11,66-11,81	0

Проведено десять повторних вимірювань стану акумулятора розробленою системою, вимірювання напруги згідно табл.4.1.

Отримали наступну вибірку $U = (12,55; 12,53; 12,57; 12,56; 12,57; 12,60; 12,61; 12,55; 12,58; 12,57) ^\circ\text{C}$

За відомими формулами шукаємо (4.1):

$$\bar{U} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} U_i \cong 12,569 \quad (4.1)$$

2) похибки повторних вимірювань ΔU_i та ΔU_i^2 (4.2):

$$\Delta U = |\bar{U} - U_i| \text{ та } \Delta U_i^2 = (\bar{U} - U_i)^2, \quad \text{де } i = 1, 2 \dots 10; \quad (4.2)$$

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.

3) випадкову похибку вимірювання за (3.23): З табл. 3.2 знайдемо коефіцієнт Стюдента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0,95 $t_{0,95}=2,26$;
розрахуємо за (4.3) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{U} - U_i)^2} \approx 0,0075 \text{ В} \quad (4.3)$$

Таблиця 4.2.

№ з. п.	U, В	ΔU , В	ΔU^2 , В ²
1	12,55	0,019	0,000361
2	12,53	0,039	0,001521
3	12,57	0,001	0,000001
4	12,56	0,009	0,000081
5	12,57	0,001	0,000001
6	12,60	0,031	0,000961
7	12,61	0,041	0,001681
8	12,55	0,019	0,000361
9	12,58	0,011	0,000121
10	12,57	0,001	0,000001
сер	12,569	0,0172	0,000296

та знайдемо випадкову похибку (4.4):

$$\Delta_B U = 2,26 * 0,0075 = 0,017 \text{ В} \quad (4.4)$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.)

4) похибку приладу за (4.5): $\Delta_{\text{пр}} U = \frac{1}{300} t_p k U_{\text{гр}}$. Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 3.3 знайдемо $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $U_{\text{гр}} = 12,66 \text{ В}$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} U = \frac{1}{300} 2,0 * 12,66 * 1 \approx 0,084 \text{ В}; \quad (4.5)$$

5) похибку заокруглення за (4.6): $\Delta U_3 = P \frac{h}{2}$. Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05.

Отже:

$$\Delta U_3 = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 \text{ В} \quad (4.6)$$

6) загальну абсолютну похибку (4.7):

$$\Delta R = \sqrt{(\Delta_B U)^2 + (\Delta_{\pi} U)^2 + (\Delta_3 U)^2} = \sqrt{0,017^2 + 0,084^2 + 0,02^2} \approx 0,088 \text{ В}$$

(За правилом «трьох сигм» похибками приладу та заокруглення нехтуємо.)

8) відносну похибку за (4.8)

$$\delta U = \frac{\Delta U}{U} \times 100\% = \frac{0,088}{12,569} \times 100\% \approx 0,7\% \quad (4.8)$$

Записуємо кінцевий результат (4.9):

$$U = (12,569 + 0,088) \text{ В при } \delta U = 0,7\% \quad (4.9)$$

Знайдемо абсолютну та відносну похибки, виходячи з поняття середнього арифметичного без використання теорії похибок. Середнє значення відоме:

$\bar{U} \cong 12,569 \text{ В}$. Знайдемо середню арифметичну похибку $\Delta \bar{U}$ та відносну δU :

$$\Delta \bar{U} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta U_i \cong 0,0172 \text{ В}$$

$$\delta U = \frac{\Delta \bar{U}}{\bar{U}} \times 100\% \approx 0,14\%$$

Запишемо кінцевий результат:

$$U = \bar{U} \pm \Delta \bar{U} = 12,569 \pm 0,017 \text{ В при } \delta U = 0,14\%.$$

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1. Розробка алгоритму

Для початку розробимо алгоритм (рисунок 5.1) роботи, за яким майбутня програма буде виконувати певні дії.

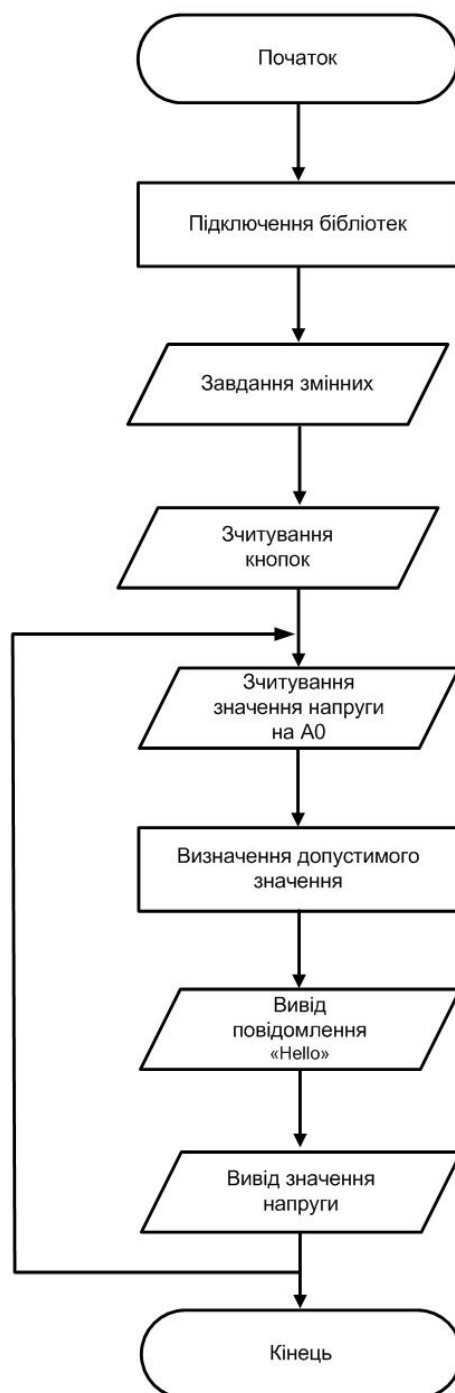


Рис.5.1.Алгоритм роботи програмної частини

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1. Підключення бібліотек необхідних для роботи з компонентами, які підключаємо до мікроконтролера. Задаємо змінні для кнопок та значень напруг.
2. Опитуємо кнопки включення та стану.
3. Зчитування на вивід A0 значення напруги з батареї за допомогою щупа;
4. Визначення допустимого значення, де робимо порівняння з пороговим значенням та прийняття рішення про стан акумулятора;
5. Вивід повідомлення привітання;
6. 7Вивід значення напруг та після цього програма показує нам параметри з доступом гортання в одну та іншу сторону (<<V2=???B...Vn=???B>>) за кількістю блоків в акумуляторі.
7. Кінець імітує вимкнення системи.

5.2. Розробка програми

Для створення програмного забезпечення я використовую середу програмування Arduino. Інтерфейс середовища розробки Arduino містить наступні основні елементи: текстовий редактор для написання коду, область для виведення повідомлень, текстова консоль, панель інструментів з традиційними кнопками і головне меню. Даний софт дозволяє комп'ютеру взаємодіяти з Arduino як для передачі даних, так і для прошивки коду в контролер.

Програми, що створюються в середовищі розробки Arduino, іноді ще називають скетчами. Скетчі пишуться в текстовому редакторі і зберігаються в файлах з розширенням .ino. Область повідомлень у вікні програми є зворотним зв'язком для користувача і інформує його про події (в тому числі і про помилки), що виникають в процесі запису або експорту написаного коду. Консоль відображає у вигляді тексту потік вихідних даних середовища Arduino, включаючи всі повідомлення про помилки і інформацію.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У нижньому правому куті вікна програми показується модель поточної плати і послідовний порт, до якого вона підключена. Кнопки на панелі інструментів призначені для створення, відкриття, збереження і прошивки програм в пристрій. На самому початку програми вказуються бібліотеки, з яких програма буде отримувати потрібну для неї інформацію. Далі в програмі вказуються різні функції, які відповідають за окремі частини програми. Нижче наведені функції, які використовуються в програмі:

1) Функція «int button » - за допомогою неї ми описуємо використання клавіатури.

2) Функція «charat_command» - описує змінні, використовувані в програмі.

3) Функція «int get Pressed button» - відповідає за інформацію про самій клавіші.

4) Функція «void setup » - відповідає за ініціалізацію екрану.

5) Функція «void loop» - це нескінченний цикл повторень програми, де йде обробка натиснутою клавіші.

Функція «while» - відповідає за зчитування даних з послідовного порту і висновок отриманої інформації на екран пристрою.

Після написання всіх функцій отримуємо готову програму:

```
#include <Wire.h> // Додавання необхідних бібліотек
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystallcd(3,4 );

// натискання кнопок int button;

BUTTON_RIGHT = 1; constint
BUTTON_SELECT = 2; constint

charat_command[][8]={      "ATZ",      "ATDP",      "ATI",      "ATSPH",      "ATRV",
"ATBD" };
charat_command_index;
intgetPressedButton() {
intbuttonValue = analogRead(0);

// Зчитування значення з аналогового входу(A0)
Serial.println(buttonValue);
if (buttonValue< 50)
{ return BUTTON_RIGHT; }
else if (buttonValue< 650) {
return BUTTON_SELECT;
}
}
```

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

void setup() { lcd.begin(3, 4);
lcd.print("Hello!");
delay(5000);
Serial.begin(38400); }

charreceived_string[16];
charreceived_index = 0;
void loop() {
button = getPressedButton();

switch (button) {
Case BUTTON_RIGHT: // При натисненій кнопці виводим наступний текст
break;
case BUTTON_SELECT:
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("SAE J1850 PWM");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("V=");
delay(10000);
break;
}
while (Serial.available() > 0) {
//якщо є доступні дані
//зчитуємо байт
received_string[received_index]= Serial.read();
received_index++;
if (received_index == 16)
received_index = 0;
}

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("");
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(at_command_index+1);
lcd.print("");
lcd.print(at_command[at_command_index]);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(received_string);
delay(200); }

```

У програмі, для опитування бортовий діагностичної системи, використовуються at-команди. Набір команд складається з серій коротких текстових рядків, які об'єднують разом, щоб сформувати повні команди операцій: Кожна команда завжди починається літерами AT або at. Нижче представлені at-команди, використані в програмі:

- 1) Команда ATZ - скидання на заводські настройки;
- 2) Команда ATDP – пошук параметру автоматично;
- 3) Команда ATI - ідентифікація програмного забезпечення сканера;
- 4) Команда ATSPh – пошук параметру вручну;
- 5) Команда ATRV - дозволяє побачити напругу кожного блоку;
- 6) Команда ATBD - перегляд інформації з буфера пам'яті сканера.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі потрібно прошити програму в контролер. Перед тим, як прошивати програму в контролер, необхідно правильно вибрати плату (рис.5.2).

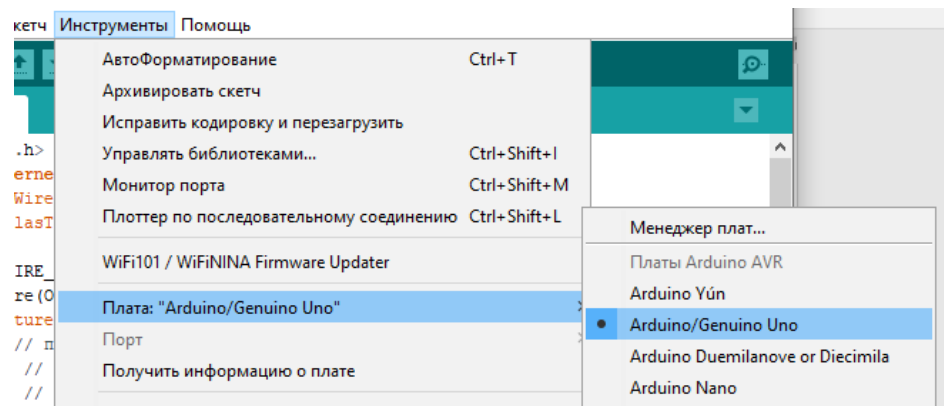


Рис.5.2. Вибір робочої плати

Після вибору плати, необхідно натиснути кнопку Upload на панелі інструментів. Після цього відбудеться скидання Arduino і почнеться процес завантаження програми в пам'ять контролера (Рисунок 2.11).

Скетч использует 11916 байт (38%) памяти устройства. Всего доступно 30720 байт.
Глобальные переменные используют 610 байт (29%) динамической памяти, оставляя 1438 байт для локальных переменных. Максимум: 2048 байт.

Рис.5.3. Відображення стану компіляції

Як видно з компіляційної стрічки, скетч зайняв 38% пам'яті, що дає можливість модернізувати прилад в подальшому.

6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА

6.1.Розробка друкованої плати

Було використано середовище Sprin-Layout оскільки в ньому є багато бібліотек з елементами, що дозволяє досить швидко розташувати деталі на робочому полі для розведення друкованої плати.

Пошук всіх необхідних компонентів виконую за допомогою поля «компоненти» (рис. 6.1).

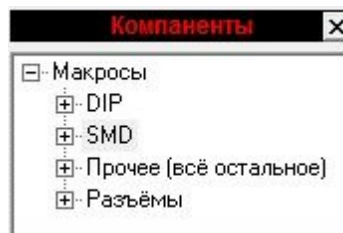


Рис.6.1. Пошук елементів у програмі Sprin-Layout



Рис.6.2. Інструменти для створення доріжок, контактів, фігур у програмі Sprin-Layout

Плата пристрою розроблена в середовищі Sprin-Layout, на рисунку 6.2.

Враховуючі розмір Arduino Uno 53х69мм, MCP32515, тактові кнопки та роз'єм для підключення дисплею, резистори, конденсатори та технічний відступ по периметру плати, отримаємо розмір плати 135х105мм по рамці. За рамкою Sprin-Layout визначає розмір 140х110мм. Система однопалатна, плата одношарова, згідно рис.6.2 розмір координатної сітки 1,27 мм, діаметр отворів 1,8мм, внутрішнього отвору 0,6мм, товщина провідника 0,8мм. Плата буде виконана на стеклотекстоліті.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

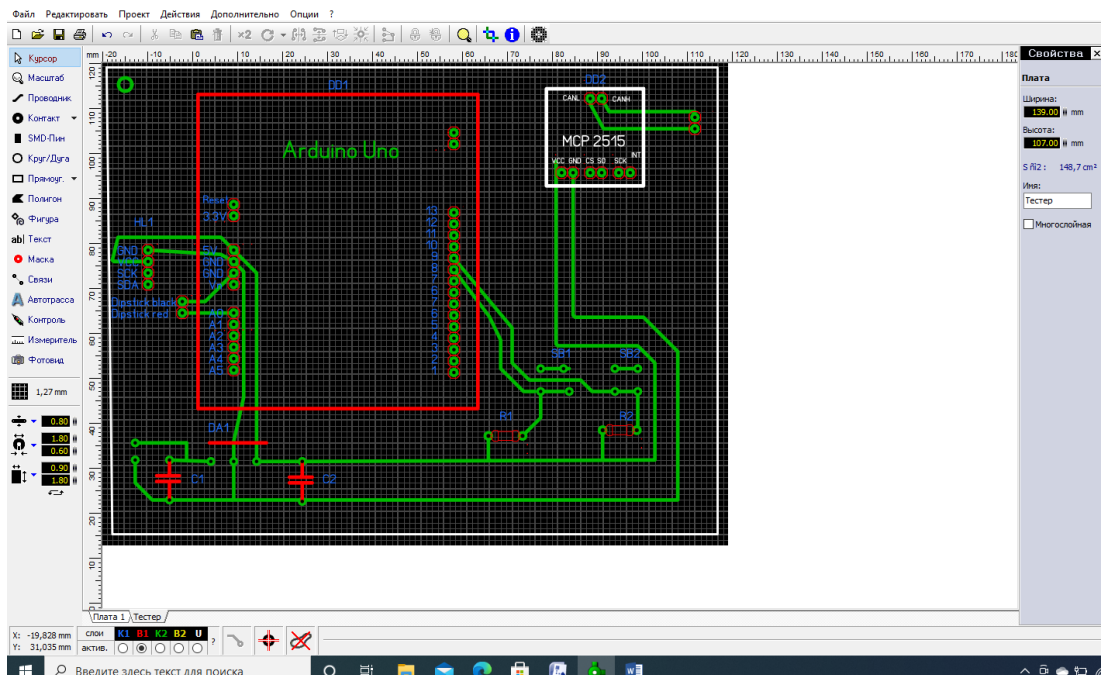


Рис. 6.3. Розведена схема мікропроцесорної системи контролю стану автомобільного акумулятора в програмі Sprin-Layout

Також розробили фотоелектричний вигляд плати(рисунок 6.3-6.4).

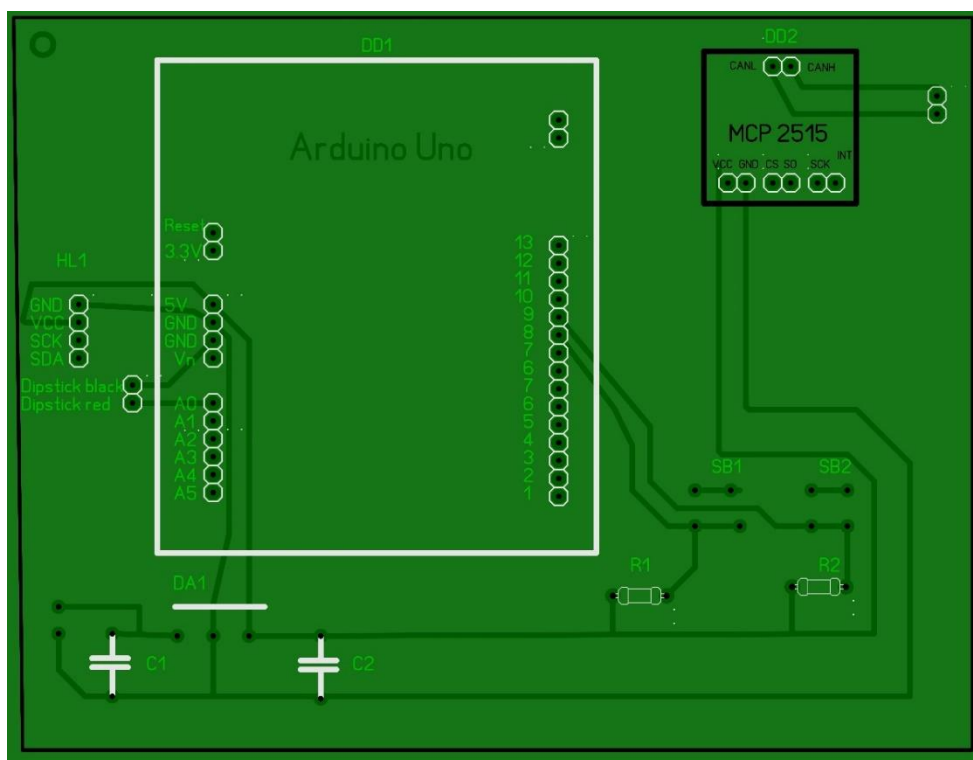


Рис.6.4. Розведена схема фотоелектричний вигляд в програмі Sprin-Layout

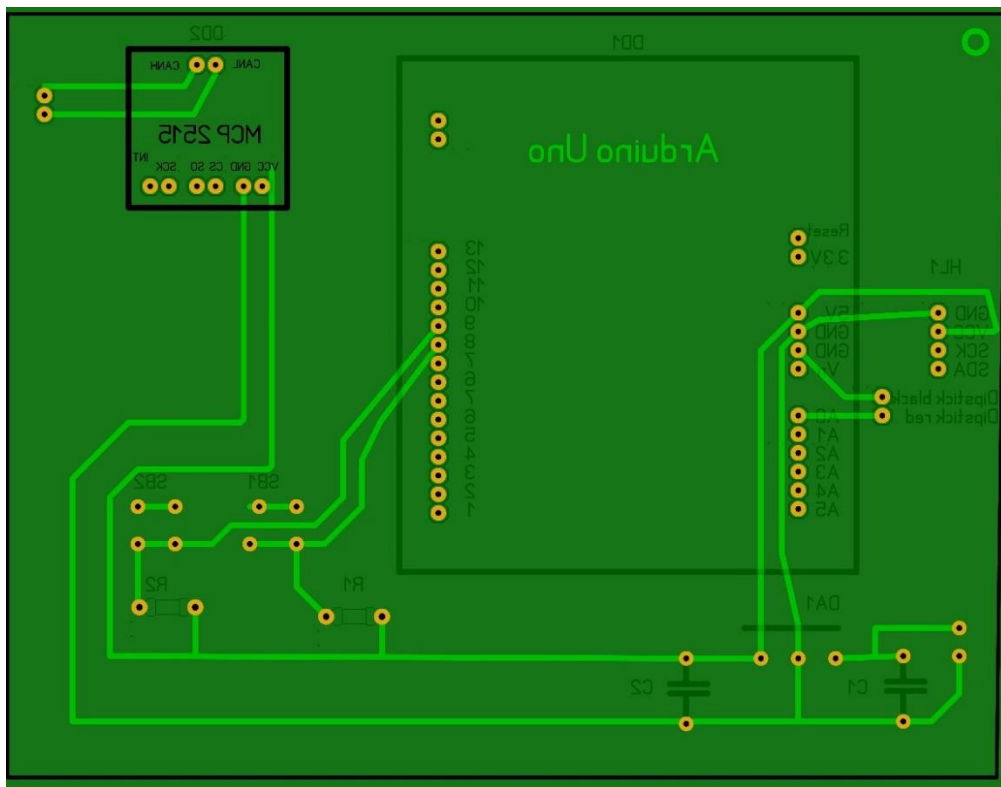


Рис. 6.5. Дзеркально відображена схема фотоелектричного вигляду в програмі Sprin-Layout

6.2. Розрахунок надійності системи

Система буде знаходитися в чорному корпусі Z28 PS (Kradex) [10], з розмірами 143,3x119x27мм з необхідними доробками. Значення зарядки блоків акумулятора відображається на дисплеї. Живлення відбувається від бортового комп'ютера автомобіля або від батареї напругою 5 В.

При розрахунку надійності визначалися наступні кількісні показники:

1. Імовірність безвідмовної роботи за заданий час $P(t)$;
2. Параметр потоку відмовлень $\lambda(t)$;
3. Середній наробіток до відмовлення T_e .

Безвідмовність — властивість системи неперервно зберігати працездатність впродовж заданого інтервалу часу. Звичайно визначається імовірність

безвідмовної роботи за даний інтервал часу, що вибирається рівним 500, 1000 чи 2000 годин.

Основним показником, що враховується при розрахунках надійності, є інтенсивність відмовлень $\lambda(t)$ – число відмовлень в одиницю часу, віднесене до числа елементів, що залишилися справними до початку даного інтервалу часу.

Розрахунок показників надійності проводився методом λ -характеристик, заснованому на інтенсивностях відмовлень комплектуючих виробів (КВ) і поправочних коефіцієнтах, що враховують реальні режими і умови експлуатації виробу.

Виріб призначений для роботи в умовах помірного клімату:

- робочий діапазон температури від -25 до 55°C, відносна вологість повітря до 80% при 20 °C;
- конструктивно виконано для роботи на зовні автомобіля без штучно регульованих кліматичних умов, вібростійкий.

Склад виробу – розробка проекту мікроконтролерної системи контролю стану акумулятора легкового електромобіля на базі мікроконтролерної платформи Arduino Nano.

Критерієм відмовлення виробу вважається відмовлення будь-якої його складової частини (вузла), що приводить до порушення працездатності виробу і неможливості використання його по призначенню.

При розрахунку надійності були прийняті наступні допущення:

1. відмовлення КВ і ІС є подіями випадковими і незалежними;
2. відмовлення будь-якого КВ приводить до відмовлення виробу в цілому;
3. інтенсивність відмовлень КВ протягом терміну їхньої служби в тих самих робочих режимах і умовах є постійною;
4. закон розподілу в розрахунках безвідмовної роботи передбачається експоненціальним.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок надійності спроектованого виробу проводиться в відповідності з електричною принциповою схемою виробу і з обліком заданих кліматичних категорій і виконання виробу.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i, \quad (6.1)$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу спроектованого виробу; $N_i \lambda_i$ – кількість і інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи відповідно.

Інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_i \dots a_n. \quad (6.2)$$

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_i \dots a_n$ – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а також співвідношення видів відмовлень.

Конкретні формули, по яких визначалися інтенсивність відмовлень кожної групи комплектуючих виробів, приведені в таблиці 6.1.

Величини значень визначилися по довідковим даним, приведеним у [14] з врахуванням вихідних даних для спроектованого виробу.

По формулі (6.1) визначаємо потік відмовлень виробу (сума величин в графі 10 таблиці 6.2):

$$\lambda = 66,38 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t \quad (6.3)$$

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год) [15].

Дані розрахунку $P(t)$ приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1.Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,9835	0,9674	0,9514	0,9358	0,8757	0,7175	0,5880	0,5149

Таблиця 2.2.Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
	Arduino Uno	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
2	Модулі				a_1	a_2	a_4	a_6	
	CAN Bus V2.0B	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	Стабілізатор напруги LM7805	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
3	Резистори				a_1	a_2	a_4	a_6	
	1 кОм	2	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,02688
4	Конденсатори				a_1	a_2	a_4	a_6	
	100 нФ	2	0,02	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,0672
5	Тактові кнопки				a_1	a_2	a_4	a_6	
6		2	0,4	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,7		1	
	OLED дисплей SSD1306	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
7	Пайки	65	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,01365
8	Блок живлення 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								66,3837

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1} \quad (6.4)$$

Підставляючи дані в формулу (6.4) одержимо

$$T = (66,38 \cdot 10^{-6})^{-1} = 15064 \text{ годин.}$$

					МММТ 480.003.003 – ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					44

На графіку, приведеному на рисунку 6.6 приведена залежність надійності $P(t)$.

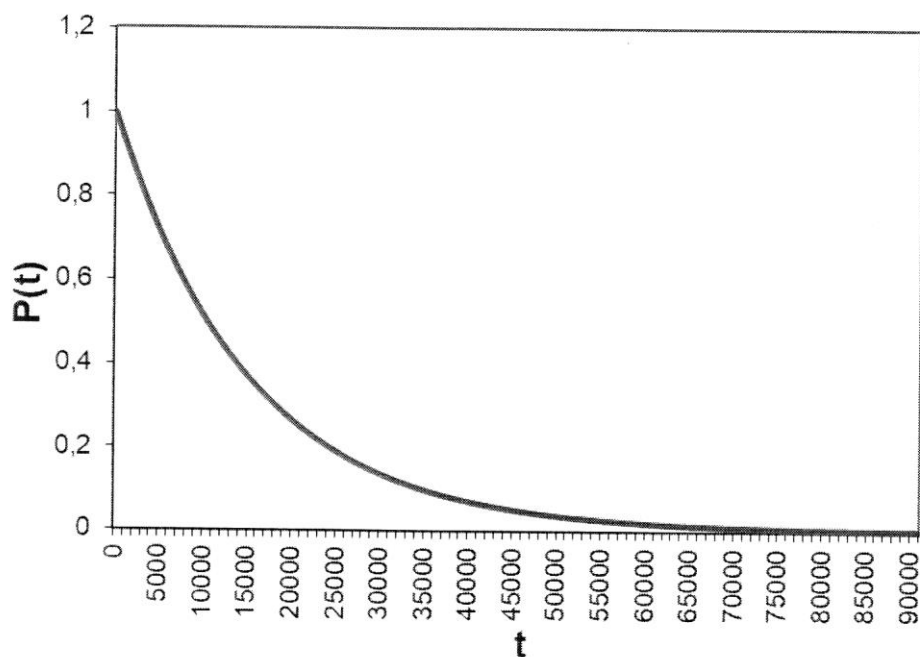


Рис.6.6. Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

7.ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Охорона праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. (Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 №2694-12.) Керівники підприємств організовують, забезпечують і контролюють трудову діяльність працівників у відповідності з вимогами Закону України «Про охорону праці» і забезпечують безпечні методи праці на кожному робочому місці.

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварії. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити за рахунок роботодавця спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативноправових актів з охорони праці.

Посадові особи, діяльність яких пов'язана з організацією безпечного ведення робіт, під час прийняття на роботу і періодично, один раз на три роки, проходять навчання, а також перевірку знань з питань охорони праці. Порядок проведення навчання та перевірки знань посадових осіб з питань охорони праці визначається типовим положенням, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

Не допускаються до роботи працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці. У разі виявлення у працівників, у тому числі посадових осіб, незадовільних знань з питань охорони праці, вони повинні у місячний строк пройти повторне навчання і перевірку знань.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідальність за організацію, здійснення навчання, перевірку знань працівників і проведення інструктажів з питань охорони праці покладається на керівника підприємства.

7.2. Пожежна безпека

Проаналізуємо можливі причини виникнення пожежі і речовини, що можуть горіти. Можливими причинами виникнення пожежі можуть бути:

- Несправність в електроустаткуванні, наприклад, пробій ізоляції, несправності, що виникли внаслідок механічних ушкоджень;
- Порушення протипожежного режиму, наприклад, паління в недозволених місцях, користування побутовими електронагрівальними приладами.

Речовини, що можуть горіти:

- Меблі: столи, стільці, тумбочки, виготовлені з дерева;
- Папір: документація, папір для принтера, шпалери;
- Конструктивні елементи приміщення: покриття підлог (паркет), двері (дерево), віконні рами (дерево);
- Конструктивні елементи комп'ютера: корпуси принтерів, дисплеїв, клавіатур, кабельні лінії, монтажні плати і радіодеталі.

Тому що усі вище перераховані речовини є твердими спаленими речовинами і матеріалами, здатними при взаємодії з повітрям тільки горіти, то розглянуте приміщення можна віднести до пожежонебезпечної категорії "В". В приміщенні, що розглядається, маються первинні засоби пожежегасіння - вогнегасники ручні вуглекислотні ОУ-8 у кількості 3 штук. За ППБУ-96 норматив на кількість вогнегасників виконується.

Приміщення в будинку оснащені пожежними оповісниками димового типу дії ВТЛ-1. Вони встановлені в кожному приміщенні на стелі.

Аналіз шляхів евакуації з приміщення проведемо за допомогою порівняння нормативних значень і фактичних характеристик.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проаналізувавши існуючі умови протипожежної безпеки і відповідність їхнім нормам, можна зробити висновок, що в даному приміщенні дотримані всі основні норми пожежобезпеки.

7.3. Навчання, інструктаж працівників з питань охорони праці

Основним нормативно-правовим актом, що встановлює порядок та види навчання, а також форми перевірки знань з охорони праці, є НПАОП 0.00-4.12-05 "Типове положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці".

На підприємствах на основі Типового положення розробляються і затверджуються відповідні положення про навчання з питань охорони праці. Працівники при прийнятті на роботу і періодично у процесі роботи, а також учні, курсанти, слухачі та студенти під час трудового і професійного навчання проходять на підприємстві за рахунок роботодавця навчання й перевірку знань з охорони праці відповідно до професії, з надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки у разі аварій, а також відповідні інструктажі з охорони праці.

Навчання і перевірка знань з питань охорони праці посадових осіб проводиться під час прийняття їх на роботу і періодично один раз на три роки.

Позачергове навчання і перевірка знань посадових осіб, а також фахівців з питань охорони праці проводяться при переведенні працівника на іншу роботу або призначенні його на іншу посаду, що потребує додаткових знань з питань охорони праці.

Посадові особи, у тому числі фахівці з питань охорони праці підприємств, де стався нещасний випадок (професійне отруєння), груповий або зі смертельним наслідком, повинні протягом місяця пройти позачергове навчання і перевірку знань з питань охорони праці, якщо комісією з розслідування встановлено факт порушення ними вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позачергове навчання з метою ознайомлення з новими нормативно-правовими актами з охорони праці може проводитися у формі семінарів.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться:

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади; з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;
- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;
- з екскурсантами під час екскурсій на підприємство[16].

7.4. Охорона праці при обслуговуванні автомобіля

До проведення технічного обслуговування, ТР і КР автомобілів, агрегатів, причіпного рухливого складу допускаються особи, навчені за професією слюсаря по ремонту транспортних засобів, водіїв автотранспортних засобів, що пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктаж.

Відповідно до роботи, що виконується, у зоні роботи піднімальних механізмів і цехах АРМ слюсар зобов'язаний: користатися необхідними засобами індивідуального захисту і справними інструментами.

ТО і ремонт автомобілів, агрегатів виконується відповідно до діючих положень про технічне обслуговування і ремонт автомобільного транспорту.

Слюсар по ремонту транспортних засобів повинен виконувати доручений вид роботи, що зазначений в наряді.

При переході з однієї роботи на іншу з використанням нового обладнання, слюсар зобов'язаний ознайомитися з конструкцією, методами

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпечної роботи й одержати конкретне завдання, розписатися в журналі видачі змінних завдань.

Слюсар зобов'язаний утримувати в чистоті і порядку робоче місце, деталі і вузли, не захаращувати проходи і проїзди.

При виявленні несправності, відмови устаткування повідомити безпосередньому керівнику.

Працівник забезпечується засобами індивідуального захисту відповідно до типових галузевих норм безкоштовної видачі спецодягу, взуття, запобіжних пристосувань, інструментом.

Слюсар зобов'язаний пройти профілактичний огляд, надягти чисту справну спецодяг, отримати завдання, пройти інструктаж і розписатися в журналі видачі завдань.

Перевірити наявність та справність необхідного обладнання, інструменту та пристосувань.

Підготувати робоче місце до виконання роботи, забрати предмети, що заважають, вузли та агрегати.

Переконатися у справності піднімального механізму.

Перевірити справність освітлювальних приладів (переносної лампи).

Вимоги безпеки під час роботи.

При постановці автомобіля на ремонт чи обслуговування, автомобіль необхідно поставити на ручний гальмо, заглушити двигун, ввімкнути знижену передачу, перекрити подачу палива (для дизеля), при ремонті на площадці підкласти під колеса не менше двох упорів (башмаків).

При ремонті та обслуговуванні автомобілів на електромеханічному підйомнику на пульт керування вивісити табличку «Не включати – працюють люди».

При ремонті та обслуговуванні зафіксувати підйомник у робочому (піднятому) положенні запобіжними упорами (штангами).

Злив мастила, охолоджуючої та гальмівної рідини робити у спеціальну тару.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Місця розливу мастила, охолоджуючої рідини, гальмівної рідини засипати піском, опилками, тщательно прибрати і протерти місце розливу.

При знятті на оглядових канавах і майданчиках задніх і передніх мостів, ресор, коліс – варто попередньо підставити під раму автомобіля козелки, а під колеса не менше двох упорів (башмаків).

Усі ремонтні та оглядові роботи при піднятому кузові автомобіля – самоскиду проводити після попередньої установки під підняття кузов додаткового упору.

При роботах, пов'язаних із провертанням колінчатого валу, необхідно додатково перевірити відключення запалювання, подачу палива (для дизелів) та встановлення важеля перемикання передач у нейтральне положення.

Гайкові ключі повинні підбиратися відповідно до розмірів гайок і болтів. Губки ключів повинні бути строго рівнобіжні і не мати тріщин та забоїв, а рукоятки – здирків.

Розсувні ключі не повинні бути ослаблені у рухливих частинах.

Ударні інструменти (зубила, крайцмейселі, просічки, борідки, керні) не повинні мати тріщин, задирок, наклепів. Для запобігання пошкодження рук на зубило надягають запобіжну шайбу. Кувалди, молотки повинні мати бойки з гладкою злегка опуклою поверхнею, не косою, не збитою, без відколів, вибоїв та тріщин, здирків. Для запобігання травмування рук довжина інструменту не повинна бути менше 150 мм.

При різальних роботах користуватися ручною пилкою-ножівкою зі справною рукояткою, ножівковими полотнами, що не мають надламів і тріщин.

Користуватися викрутками, леза яких повинні бути відтягнуті та розплющені до товщини, необхідної для входження їх без зазору у проріз головки винта чи шурупа.

Гострогубці не повинні мати надщерблених рукояток, тріщин та здирків. Губки гострогубців повинні бути гострими, без ушкоджень, а губки плоскогубців повинні мати неспрацьовану насічку.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забороняється:

Приступати до роботи та технічного обслуговування без відмітки про профілактичний огляд, отримання завдання та інструктажу з ТБ.

Користуватися під час виконання робіт несправними ЗІЗ, обладнанням, інструментом та пристосуваннями.

Застосовувати для миття вузлів, деталей, агрегатів – бензин, дизельне паливо.

Проводити ремонт при працюючому двигуні.

Працювати на підйомниках без додаткових страхувальних упорів.

Робити без застосування підйомно-транспортних механізмів, спеціальних захватів трьохстропних ременів – зняття та встановлення агрегатів, вузлів масою понад 20 кг.[17]

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даній дипломній кваліфікаційній роботі була розроблена комп'ютеризована система вимірювання параметрів та контролю стану акумулятора електромобіля на базі мікроконтролерної платформи Arduino UNO.

Система призначена для діагностування стану акумулятора легкового електромобіля, що в свою чергу дозволяє працювати одразу з акумулятором, без участі автомобіля, так як пристрій можна під'єднати одразу до батареї електромобіля енергії.

Система контролю стану акумулятора легкового електромобіля працює в автоматичному режимі, вимірює заряд блоків акумулятора легкового електромобіля. Необхідно під'єднати щупи системи до акумулятора або блока акумулятора. Потім отримаємо виміряне значення стану та значення напруги блоків акумуляторних батареї. Після виміру значень отримаємо вивід повідомлення на дисплей про стан та значення напруги акумуляторної батареї

В роботі були вирішенні наступні завдання:

1. Розроблена структурна схема системи.
2. Обрані складові системи та побудована принципово-електрична схема системи.
3. На базі обраної платформи Arduino Uno, розроблено блок-схему алгоритм системи та програму.
4. Запропоноване технічне обслуговування розробленої системи.
5. Розраховані показники надійності системи. В цілому дипломний проект відповідає завданню та технічним умовам.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електронний журнал «За рулем» [Електронний ресурс] – URL: <https://www.zr.ru/archive/zr/2003/03>.
2. Автосканери. Тестери АКБ [Електронний ресурс] – URL: https://www.autoscaners.ru/catalogue/?catalogue_id=testers_acb.
3. CAN-шина в сучасних автомобілях [Електронний ресурс] – http://www.radioradar.net/radiofan/motorcar_enthusiast/can_auto.html.
4. Arduino Uno [Електронний ресурс] – URL: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>.
5. Arduino Uno Rev3 / A000066 [Електронний ресурс] – URL: <https://evo.net.ua/arduino-uno-rev3>.
6. Електронік74. Модулі. Модуль CAN Bus V2.0B [Електронний ресурс] – URL: <https://www.2150692.ru/tovary/modules>.
7. OLED дисплей SSD1306 [Електронний ресурс]. – URL: <https://arduino.ua/prod1263-oled-displei-modyl-belii>.
8. LM7805 TO-220 [Електронний ресурс]. – URL: <https://datasheetspdf.com/pdf/766812/ThinkiSemiconductor/LM7805/1>
9. Тактова кнопка [Електронний ресурс]. – URL: <https://amperka.ru/product/tactile-button>
10. Z28 PS (Kradex) корпус, чорний [Електронний ресурс]. – URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/z28-ps-kradex-korpus-chernyj-143-3x119x27mm-z-28-b_44654.html.
11. Алексеев Г.В., Борисов В.Ф., Воробьева Т.Л., Высоцкий Б.Ф., Назаров А.С. Конструирование и расчет больших гибридных интегральных схем, микросборок и аппаратуры на их основе: Учебное пособие/ Под ред. Б.Ф. Высоцкого. - М.: Радио и связь, 1981. - 216с.
12. Цифровой мультиметр Tyan DT9205A [Електронний ресурс]. – URL:: <https://russian.alibaba.com/product-detail/szby-dt-9205a-pocket-sized-digital-multimeter-for-electrical-maintenance-60299811645.html>.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Діагностичний пристрій Renault Clip [Електроний ресурс]. – URL: <http://icarpc.com.ua/renault-can-clip.html>

14. Расчет надежности. Методическое пособие по дипломному проектированию – РГКРИПТ, Ростов-Дон, 2004. – 407 с.

15. Охорона праці в галузі / П. С.Атаманчук, В. В. Мендерецкий, О. П. Панчук, Р. М. Билык., 2019. – 322 с.

16. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

17. Інструкція з охорони праці для слюсарів з ремонту та технічного обслуговування автотранспортних засобів [Електроний ресурс]. – URL: <https://dnaop.com/html/1509/doc-instrukcija-z-ohoroni-praci-dlya-slyusariv-po-remontu-i-tehnichnomu-obslugovuvannyu-avtotransportnih-zasobiv>.

18. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» Укладачі: Ю.О. Подчашинський, Л. О. Чепюк, Р.В. Петросян. – Житомир: ДУ «Житомирська політехніка», 2022. – 60 с.

					МММТ 480.003.003 – ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А

```
#include <Wire.h> // Додавання необхідних бібліотек
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystallcd(3,4 );

// натискання кнопок int button;
BUTTON_RIGHT = 1; constint
BUTTON_SELECT = 2; constint

charat_command[][8]={ "ATZ", "ATDP", "ATI", "ATSPH", "ATRV", "ATBD"
};
charat_command_index;
intgetPressedButton() {
intbuttonValue = analogRead(0);

// Зчитування значення з аналогового входу(A0)
Serial.println(buttonValue);
if (buttonValue< 50)
{ return BUTTON_RIGHT; }
else if (buttonValue< 650) {
return BUTTON_SELECT;
}
}

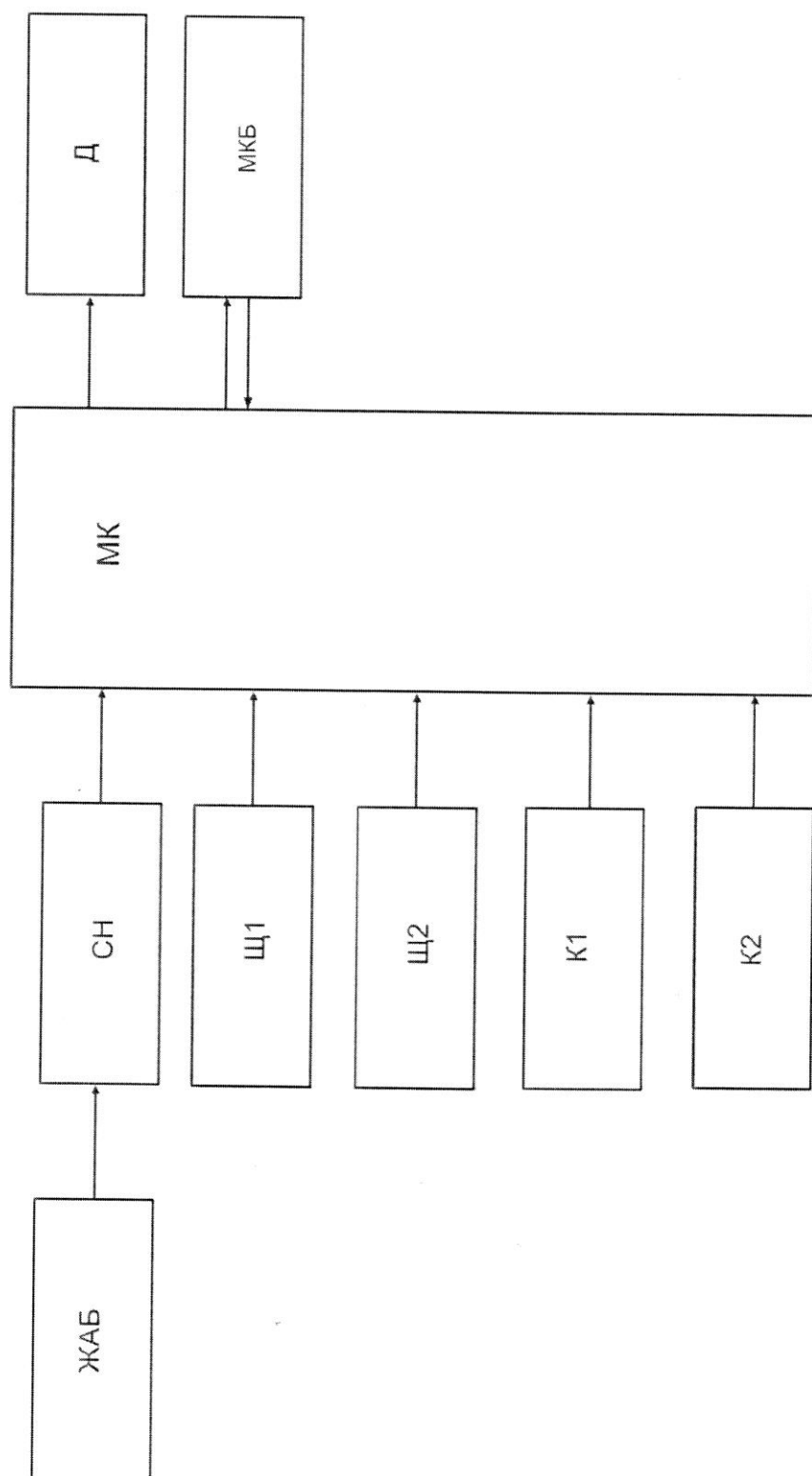
void setup() { lcd.begin(3, 4);
lcd.print("Hello!");
delay(5000);
Serial.begin(38400); }

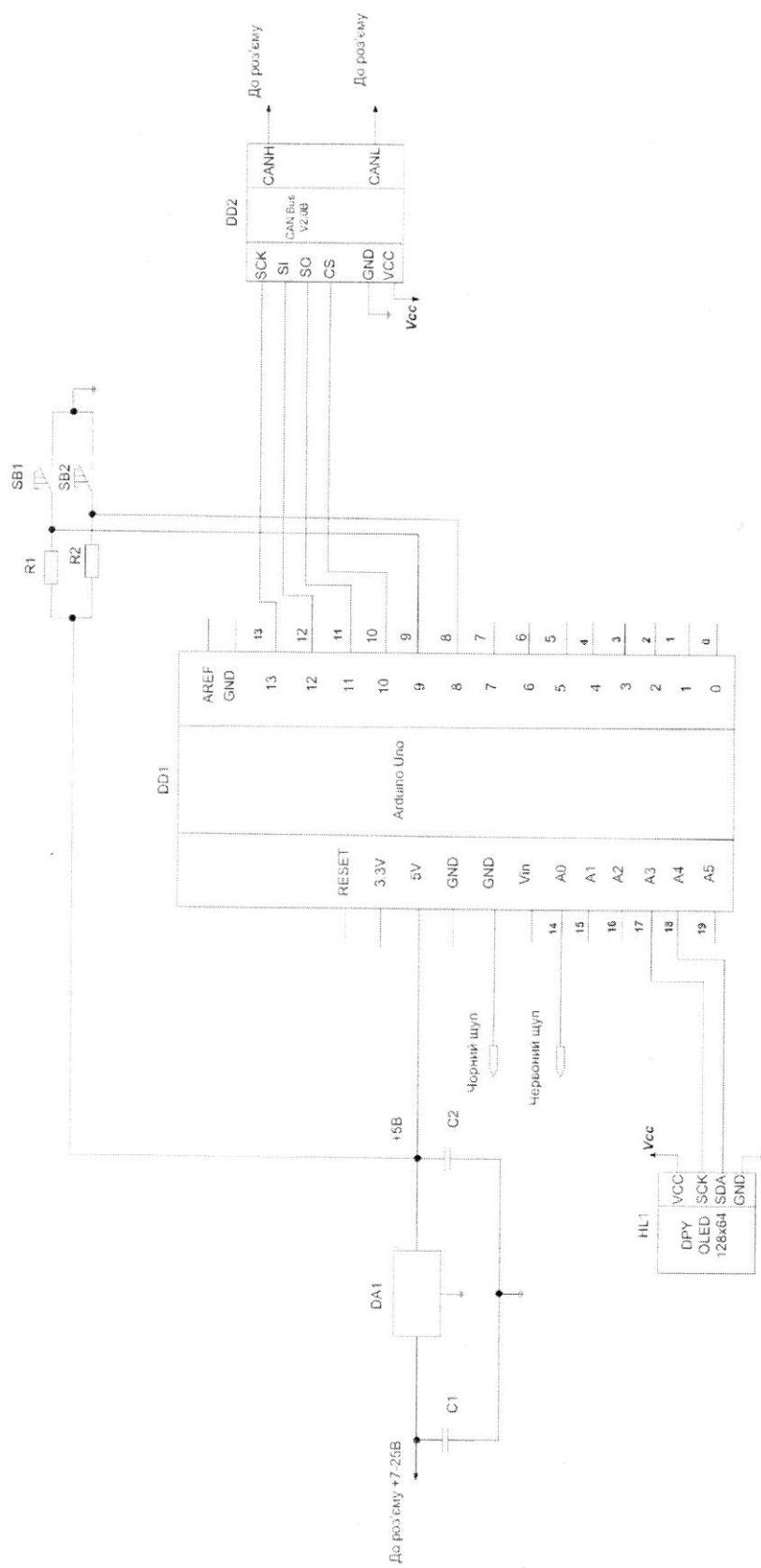
charreceived_string[16];
charreceived_index = 0;
void loop() {
button = getPressedButton();

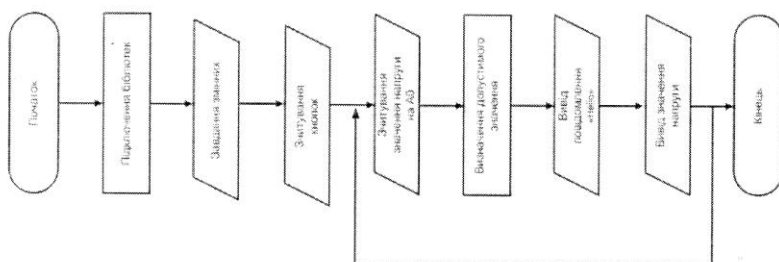
switch (button) {
Case BUTTON_RIGHT: // При натисненій кнопці виводим наступний текст
break;
case BUTTON_SELECT:
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("SAE J1850 PWM");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("V=");
delay(10000);
break;
}
while (Serial.available() > 0) {
//якщо є доступні дані
//зчитуємо байт
received_string[received_index]= Serial.read();
received_index++;
if (received_index == 16)
received_index = 0; }

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("");
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(at_command_index+1);
lcd.print("");
lcd.print(at_command[at_command_index]);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(received_string);

delay(200); }
```

[illegible]

[illegible]

[illegible]

