

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНІКИ І РОБОТОТЕХНІКИ
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-3
напря Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Андросович Сергій Сергійович

(прізвище та ініціали)

Керівник д.е.н., к.т.н., проф.кафедри
М та ІВТ Єфіменко Н.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доцент, в.о. декана
ФКІТМР Ткачук А.Г.

(прізвище та ініціали)

Житомир 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

«18» квітня 2024_р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент Андросович Сергій Сергійович

1. Тема роботи: Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля

Затверджена Наказом по університету від «18» квітня 2024 р. № 140/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру «20» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи вивід значень швидкості автомобіля на дисплей, точність системи 1,4 об/с, похибка 3%

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)
аналіз існуючих систем вимірювання параметрів руху автомобіля, розробка структурної схеми, розробка принципової схеми, розробка алгоритму та програми, розрахунок надійності та точності системи, розробка друкованої плати, охорона праці при роботі системи вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля

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

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

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 18 квітня 2024 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючих систем	5.04.2024-16.04.2024	
2	Написання змісту роботи	17.04.2024-19.04.2024	
3	Створення структурної схеми	20.04.2024-22.04.2024	
4	Побудова принципової схеми	23.04.2024-28.04.2024	
5	Побудова алгоритму та програми	29.04.2024-2.05.2024	
6	Розробка друкованої плати	5.05.2024-12.05.2024	
7	Розрахунок надійності та точності системи	15.05.2024-17.05.2024	
9	Охорона праці при виготовленні та експлуатації системи	20.05.2024-28.05.2024	
10	Оформлення пояснювальної записки та презентації	4.06.2024-20.06.2024	

Студент _____ Андросович С.С.

Керівник роботи _____ Сфіменко Н.А.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля» містить 60 сторінок, 10 рисунків, 3 таблиці, 6 формул, 23 джерела.

В роботі проводиться актуальність системи для вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля. Проведений аналіз існуючих систем вимірювання параметрів руху автомобіля.

Складена структурна та принципова схеми системи для вимірювання параметрів руху автомобіля. Рнакреслена друкована плата. Розроблений алгоритму роботи та код програми.

Прорахована точність та надійність системи для вимірювання параметрів руху автомобіля.

Ключові слова: параметри руху автмомобіля, кутова швидкість, тахометр, мікроконтролер.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work on the topic "Computerized system of measurement and control of car movement parameters" contains 60 pages, 10 figures, 3 tables, 6 formulas, 23 sources.

The paper examines the relevance of the system for measuring and controlling car movement parameters. An analysis of the existing systems for measuring car movement parameters was carried out.

The structural and principle diagrams of the system for measuring car movement parameters have been compiled. Printed circuit board. Developed work algorithm and program code.

Calculated accuracy and reliability of the system for measuring car movement parameters.

Key words: vehicle movement parameters, angular velocity, tachometer, microcontroller.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та область застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	8
1.3. Технічні параметри системи.....	8
1.4. Вимоги до конструктивного оформлення.....	9
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	10
2.1. Загальна інформація про параметри руху автомобіля.....	10
2.2. Існуючі системи вимірювання атмпараметрів руху автомобіля.....	11
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	17
3.1.Обґрунтування складових	17
3.2. Обґрунтування мікроконтролеру.....	17
3.3. Обґрунтування датчика вимірювання швидкості	19
3.4. Обґрунтування дисплею.....	20
3.5.Обґрунтування кнопки.....	21
3.6. Обґрунтування блока живлення.....	22
3.7. Структурна схема.....	23
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	25
4.1. Вибір мікроконтролеру.....	25
4.2. Вибір дисплея.....	26
4.3.Вибір інфрачервоного світлдіода та фотодіода.....	28
4.4. Вибір кнопки.....	30
4.5. Вибір акумулятора.....	32
4.6. Побудова принципово-електричної схеми.....	33
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ.....	35
5.1. Розробка алгоритму	35
5.2. Розробка програми.....	37
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	41
6.1.Розробка друкованої плати.....	41
6.2. Розрахунок надійності системи.....	45
6.3. Розрахунок похибок	49
7.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	52
7.1. Охорона праці.....	52
7.2. Охорони праці при роботі з тахометром.....	53
7.3. Інструктажі з питань охорони праці.....	55
ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59

					МММТ 480.002.002- ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						
Розробив		Андросович			Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля		Літ.	Арк.	Аркшів	
		Ефіменко Н.А.						5	60	
Рецензен							ДУ «Житомирська політехніка», МТ-З			
Н. контр.										
Затверд.		Подчашинські			Пояснювальна записка					

ВСТУП

Вимірювання параметрів руху автомобіля є дуже актуальним питанням з кількох причин:

- Точне вимірювання швидкості, прискорення та інших параметрів допомагає водіям краще контролювати автомобіль та уникати аварійних ситуацій.
- Оптимізація руху на основі точних даних дозволяє зменшити витрати палива.
- Моніторинг параметрів руху допомагає вчасно виявляти потенційні проблеми та планувати технічне обслуговування.
- Для роботи систем допомоги водію та автопілотів необхідні точні дані про рух автомобіля.
- Вимірювання параметрів дозволяє оптимізувати роботу підвіски та інших систем для більш комфортної їзди.
- Точні дані про рух можуть бути важливими при розслідуванні ДТП та вирішенні спорів.
- Вдосконалення методів вимірювання сприяє загальному прогресу автомобільної галузі.

На сьогодні на ринку існує багато різних приладів для вимірювання параметрів руху автомобіля: автомобільні спідометри та автомобільна тахометри. Більшість існуючих пристроїв вимірювання параметрів руху автомобіля мають певні недоліки щодо точності, стабільності, надійності, мають високу вартість, зручності експлуатації або потребують періодичної калібрації та обслуговування.

Таким чином, точне вимірювання параметрів руху автомобіля є актуальним для забезпечення безпеки руху, контролю автомобіля, вчасно виявити потенційні проблеми, зафіксувати швидкість при ДТП, економити пальне.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Мета роботи: розробити комп'ютеризовану систему вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля.

Задачі, які необхідно виконати для досягнення мети:

1. Провести аналіз існуючих систем вимірювання параметрів руху автомобіля;
2. Розробити структурну схему системи вимірювання параметрів руху автомобіля;
3. Розробити принципову схему роботи вимірювання параметрів руху автомобіля;
4. Розробити друковану плату вимірювання параметрів руху автомобіля;
5. Розробити алгоритм та написати відповідну програму до мікроконтролера;
6. Розробити друковану плату та прорахувати розміри конструкції;
7. Розрахувати точність та надійність системи вимірювання параметрів руху автомобіля.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

1.ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Призначення та область застосування

Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля призначена для вимірювання швидкості автомобіля.

Області застосування комп'ютеризованої системи наступні: транспортні технології, експертні лабораторії по ДТП, логістика та управління автопарком, навігація та геолокація, трахування, наукові дослідження, безпека дорожнього руху, технічне обслуговування.

Початок розробки 5 квітня 2024 року.

Кінець розробки 20 червня 2024 року.

1.2 Умови експлуатації

- Температура навколишнього середовища: від -30°C до 55°C;
- Відносна вологість в лабораторії до 85% при температурі 25°C;
- Атмосферний тиск 600-800 мм рт. ст.;
- Хімічно активні компоненти відсутні.
- Вібрація, тряска, удари: присутні.
- Характер роботи: безперервної дії.
- Системна ремонтпридатна, відновлювальна;
- Живлення системи: 5 В.

1.3. Технічні параметри прилада

На вхід системи подається сигнал з фотодіода, кнопки та джерела живлення. На вихід системи подається сигнал на дисплей, для відображення швидкості обертів двигуна.

Режими роботи системи: автоматичний.

Напрацювання на відмову повинно складати не менше 14 000 годин.

Точність системи повиння становити не менше 1,5 об/с, похибка становитиме 3%.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Дрк.
						8
Зм.	Дрк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Взаємозамінність блоків та вузлів виконується завдяки застосуванню уніфікованих блоків: мікроконтролер, дисплей, фотодіода, інфрачервоного світлодіода, блока живлення.

1.4.Вимоги до конструктивного оформлення

Система розміщена в герметичному корпусі з розмірами 45х60х30 мм, з певними доробками під дисплей, світло діод інфрачервоний, фотодіод, кнопку та блок живлення.

Друкован плата з розміром 43 х 58 мм зафіксована в корпусі.

Дисплей використовується з інтрефеймои I2C.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1. Загальна інформація про параметри руху автомобіля

Ось основні параметри руху автомобіля:

1. Швидкість;
2. Прискорення;
3. Напрямок руху;
4. Пройдена відстань;
5. Час руху.

Швидкість руху автомобіля - це один з ключових параметрів його руху.

Розглянемо це поняття детальніше:

1. Види швидкості:

- Миттєва швидкість: швидкість автомобіля в конкретний момент часу;
- Середня швидкість: відношення пройденої відстані до затраченого часу;
- Максимальна швидкість: найвища швидкість, яку може розвинути автомобіль.

2. Одиниці вимірювання:

- км/год (кілометри за годину) – найпоширеніша одиниця в повсякденному житті;
- м/с (метри за секунду) – часто використовується в технічних розрахунках;
- миль/год – поширена в деяких країнах, наприклад, у США.

3. Фактори, що впливають на швидкість:

- Потужність двигуна;
- Аеродинаміка автомобіля;
- Стан дороги;
- Погодні умови;
- Завантаженість автомобіля.

4. Обмеження швидкості:

- Встановлюються правилами дорожнього руху;

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат.		

- Варіюються залежно від типу дороги та населеного пункту.
5. Вимірювання швидкості:
- Спідометр в автомобілі;
 - Радари та камери контролю швидкості на дорогах.
6. Безпека:
- Вибір безпечної швидкості залежно від умов;
 - Вплив швидкості на гальмівний шлях.
7. Економічність:
- Оптимальна швидкість для економії палива;
 - Вплив швидкості на витрату палива. [1]

2.2. Існуючі системи вимірювання параметрів руху автомобіля

Цифровий тахометр з вольтметром автомобільний рис.2.1.



Рис 2.1. Цифровий тахометр з вольтметром автомобільний

Цифровий автомобільний комбінований прилад тахометр + вольтметр призначений для контролю оборотів коленвала двигуна і напруги бортової

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		11

мережі автомобіля. Тахометр відображає обороти обертання двигуна та напруга бортової мережі. Може використовуватися в автомобілях, мотоциклах та інших транспортних засобах з електронним запалюванням. Простий в установці, може бути підключений до будь-якого двигуна внутрішнього згоряння.

Особливості:

- Тахометр підходить для 1 ~ 8 циліндрових бензинових 12 В двигунів.
- Міцний корпус і яскраве світіння.
- Відображення напруга акумулятора до і після запуску двигуна.
- Коли напруга акумулятора менше або більше 12 В (недонапруга або перенапруга), буде блимати сигнал тривоги.
- При напрузі акумулятора менше 11 В, або вище 15 В, індикатор буде блимати і відображати реальне напруга батареї.

Параметри:

- робоча напруга: 8 ~ 17;
- робочий струм: 40mA;
- точність напруги: ± 0.1 ;
- точність обертання: ± 30 обертів/хв.;
- максимальна швидкість обертання: 100-31800 оборотів/хв.;
- колір індикації: червоний;
- розміри: 48 мм x 29 мм x 22 мм.[2]

Барометр Altitude, 64 мм, латунь, Delite рис.2.3. Являє собою високочутливий барометр, торгової марки Altitude. З 2012 року право випуску продукції під брендом Altitude належить компанії Delite (Данія). Відмінний варіант для інтер'єру квартири, готелю, офісу.

Довговічний цифровий спідометр рис.2.2. Багатофункціональний GPS-спідометр, який є обов'язковим для будь-якого автомобіля, можна використовувати для відображення швидкості, часу, часу в дорозі, відстані в дорозі, кількості супутників, перевірки прискорення тощо. Відображення часу водіння в реальному часі, точне розуміння часу дороги.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		12



Рис.2.2. Довговічний цифровий спідометр

Оснащений великим світлодіодним екраном 3,76 дюйма, наш багатофункціональний GPS-спідометр забезпечує чітке зчитування та видимість під час водіння вдень або вночі. Крім того, він також поставляється з поворотним на 360 градусів кронштейном для присоски.

Він побудований з матеріалу ABS. Завдяки дизайну компаса він показує напрямок руху під час руху, тож ваша подорож не відхиляється. Вбудована система вимірювання світла, наш багатофункціональний GPS-спідометр може автоматично регулювати яскравість екрана відповідно до поточної яскравості світла, забезпечуючи вам комфортне візуальне враження.

Довжина виробу 10,8 см, ширина 3,5 см, висота 2,9 см.

Цей виріб відмінно підійде для автомобіля, авто, транспортного засобу.

Технічні характеристики:

- Матеріал: АБС;
- Моделі застосовується автомобілів: Універсальний;
- Тип екрану: світлодіодний;
- Розмір екрану: 3,76 дюймів;
- Вхідний сигнал: GPS;
- Трубка для картини: світлодіодний;
- Особливості: Портативний, розумний, легко читається;
- Деталі розміру:
- 10,8 см x 3,5 см x 2,9 см.[3]

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		13

Цифровий електронний GPS спідометр для авто, мотоцикла, човни від USB, HUD Y03 рис.2.3.



Рис.2.3. Цифровий електронний GPS спідометр HUD Y03

Цифровий електронний GPS спідометр HUD Y3 – це інноваційний пристрій, призначений для точного вимірювання швидкості пересування в реальному часі за допомогою GPS супутників.

Підключається цей спідометр за допомогою комплектного USB кабелю. Після підключення кабелю до приладу, слід почекати від 10 до 30 секунд для підключення спідометра до супутника GPS, після успішного підключення на інтерфейсі відобразиться цифра 0.

Пристрій має дисплей розміром 2.8 дюйми з великими цифрами зеленого кольору.

Кріпитися даний спідометр за допомогою двостороннього скотчу, що входить до комплекту.

Технічні характеристики:

- Модель – Y03;
- Розмір екрана - 2.8 дюйма;
- Колір корпусу – Чорний;

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Дрк.
Зм.	Дрк.	№ докum.	Підпис	Дат		14

- Колір підсвічування дисплея - Зелений;
- Матеріал – АБС пластик;
- Тип екрану – LED;
- Спосіб підключення – USB кабель;
- Спосіб кріплення – двосторонній скотч.[4]

Автомобільний бортовий комп'ютер Autool X90 GPS рис.2.4.



Рис.2.4. Автомобільний бортовий комп'ютер Autool X90 GPS

Автомобільний бортовий комп'ютер AUTOOL X90 розширює концепцію об'єднання функції автомобільного дисплея HUD з вбудованим вимірювачем ухилу, що значно підвищує безпеку за кермом і відмінно підходить для любителів бездоріжжя. Він може відображати кут крену транспортного засобу, кількість обертів за хвилину, швидкість, температуру резервуара для води, напругу акумулятора, поточний напрямок руху щодо сторін світла, поточну висоту, час, координати.

Для безпеки бортовий комп'ютер подає звуковий сигнал тривоги, коли кут нахилу авто становить більше 40°.

Після запуску автомобіля Спідометр запускається автоматично, також є автоматичний перехід у режим сну після паркування автомобіля.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дат		15

Комп'ютер сумісний з більшістю транспортних засобів – підтримує дев'ять основних протоколів OBD. Підходить для вітчизняних автомобілів з 2012 р.в., азіатських з 2008 р.в., американських та європейських з 2005 р.в. та деяких мінівенів.

Похибка визначення висоти цього комп'ютера в межах 5-10 метрів.

Характеристики:

- Матеріал: ABS + PC (термостійкі матеріали);
- Потужність: DC 10V ~ 30V;
- Кут нахилу Roll: -40 ° до +40 °;
- Кут нахилу Pitch: -40 ° до +40 °;
- Компас: Є;
- Альтиметр: Є;
- Годинник: Є;
- Координати: GPS;
- Автоматичне підсвічування: Є;
- Моніторинг напруги: Є;
- Звукове попередження: При перевищенні 120 км/год, при пороговому значенні напруги та перевищенні температури.
- Функція запам'ятовування налаштувань при вимкненні живлення: Так
- Точність визначення температури: $\pm 0,5^\circ\text{C}$.
- Точність визначення швидкості: 0,05 км/год
- Розмір: 17 x 7 x 6.10 мм.
- Вага: 204 г.[5]

Розглянуті пристрої вимірювання параметрів руху автомобіля мають певні недоліки щодо точності, стабільності, надійності, мають високу вартість, зручності експлуатації або потребують періодичної калібрації та обслуговування.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		16

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

3.1. Обґрунтування складових

Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля повинна виконувати наступні функції:

- Система повинна включатися та виключатися через кнопку;
- Вимірювати та контролювати швидкість руху двигуна;
- Виводити виміряні швидкості двигуна на дисплей;
- Оброблювати входні сигнали з фотодіода та подавати вихідні сигнали на дисплей;
- Живитися комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля повинна від акумулятора.

Відповідно описаним функціям потрібні такі складові система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля:

1. Мікроконтролер здійснює управління системи в цілому: приймає входні сигнали з кнопки, інфрачервоного світлодіода та фотодіода; обробляє сигнал з датчиків руху та виводить значення швидкості на дисплей;
2. Датчик вимірювання параметрів руху, якій складається з інфрачервоного світло діода та фотодіода для вимірювання швидкості руху обертів двигуна;
3. Кнопка для включення/виключення роботи системи;
5. Дисплей для відображення виміряних значення швидкості обертів двигуна автомобіля;
6. Блок живлення для подачі живлення системи.

3.2. Обґрунтування мікроконтролеру

Мікроконтролер – це мініатюрний комп'ютер, вбудований на одному кристалі інтегральної схеми.

Основні складові мікроконтролера:

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

1.Центральний процесор (ЦП) – виконує обробку даних і інструкцій, керує роботою мікроконтролера.

2.Пам'ять програм (ПЗП) – зберігає програмний код, який виконується процесором.

3.Оперативна пам'ять (ОЗП, RAM) – використовується для зберігання тимчасових даних і змінних під час виконання програми.

4.Порти вводу/виводу (I/O) – забезпечують зв'язок мікроконтролера з зовнішніми пристроями, такими як датчики, дисплеї, клавіатури тощо.

5.Таймери/лічильники – використовуються для генерації затримок, вимірювання часових інтервалів та підрахунку подій.

6.Модулі послідовного інтерфейсу (UART, SPI, I2C) – дозволяють обмінюватися даними з іншими цифровими пристроями.

7.Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) – перетворює аналогові сигнали, такі як напруга чи струм, у цифрові значення для обробки мікроконтролером.

8.Цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) – перетворює цифрові дані від мікроконтролера в аналогові сигнали для керування зовнішніми пристроями.

9.Модулі живлення та тактування – забезпечують живлення та синхронізацію роботи мікроконтролера.

Найпопулярніші серії мікроконтролерів включають:

1. AVR від Atmel (нині Microchip):

- ATmega, ATtiny – 8-біт RISC мікроконтролери;
- Широко використовуються в платформі Arduino.

2. PIC від Microchip:

- PIC16, PIC18, PIC24, PIC32 – 8-біт, 16-біт та 32-біт мікроконтролери;
- Популярні в промисловому та побутовому застосуванні.

3. ARM Cortex-M від ARM Holdings (нині Arm Ltd.):

- Cortex-M0, M0+, M3, M4, M7 – 32-біт мікроконтролери RISC;

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Дрк.
Зм.	Дрк.	№ докum.	Підпис	Дат		18

– Використовуються в широкому діапазоні додатків від вбудованих до Інтернету речей (IoT).

4. STM32 від STMicroelectronics:

- Засновані на ядрі ARM Cortex-M;
- STM32F, STM32L, STM32H – різні лінійки з різними можливостями.

5. RX від Renesas:

- RX600, RX200 – 32-біт мікроконтролери з підтримкою DSP;
- Популярні в промислових системах керування та автомобільній електроніці.

6. MSP430 від Texas Instruments:

- 16-біт мікроконтролери з низьким енергоспоживанням;
- Широко використовуються в портативних пристроях та системах збору даних.

7. ESP32 та ESP8266 від Espressif Systems:

- 32-біт мікроконтролери з вбудованим Wi-Fi модулем;
- Популярні в проектах Інтернету речей (IoT).

8. XMEGA від Microchip (колишній AVR):

- 8/16-біт мікроконтролери з розширеними функціями;
- Використовуються в промислових додатках та засобах автоматизації.[6]

Враховуючі, кількість виводів, сумісність з інфрачервоним дсвітлодіодом та фотодіодом, кнопки, дисплея, надійність, простоту програмування пропонується обрати мікроконтролер ATmega16.

3.3. Обґрунтування датчика вимірювання швидкості

Для підрахунку використовуємо переривання ІЧ-променя. Потрібно, щоб між ІЧ-світлодіодом та фототранзистором була відстань. На цій рис.3.1 видно відстань між ІЧ-світлодіодом та фототранзистором, де я планується розташування двигуна.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

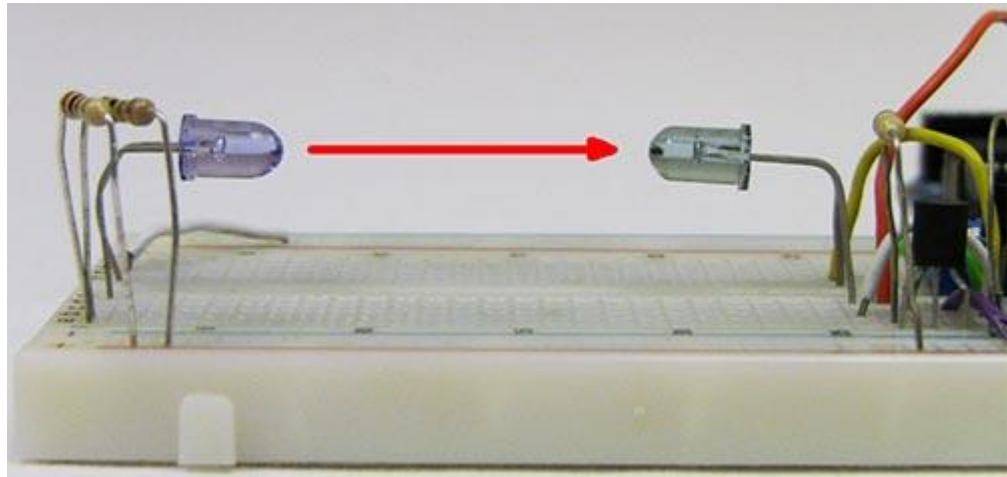


Рис.3.1.Розташування інфрачервоного світл діода та фототранзистора

Фототранзистор відкривається, коли потужне ІЧ-світло падає на нього. Тому, коли ІЧ-світлодіод горить, він тримає фототранзистор відкритим, але якщо ІЧ-світлодіод закривається, лопатями двигуна, то фототранзистор закривається.[7]

3.4. Обґрунтування дисплею

Дисплей – це візуальний пристрій, який демонструє дані в різних формах, таких як текст, малюнки, графіка чи відео. Дисплеї використовуються в багатьох електронних пристроях: смартфонах, телевізорах, комп'ютерних моніторах, ноутбуках, планшетах, годинниках, панелях приладів автомобілів тощо. Існують різноманітні типи дисплеїв з унікальними характеристиками. Ось найбільш поширені з них:

1. Рідкокристалічні (LCD) – відображають інформацію за допомогою рідких кристалів, які регулюють пропускання світла.
2. Світлодіодні (LED) – складаються з великої кількості світлодіодів, які формують піксельне зображення.
3. Плазмові (PDP) – використовують суміш інертних газів, яка світиться під дією електричного розряду.

4. Електролюмінісцентні (EL) – створюють зображення шляхом люмінесценції від прикладеної напруги.

5. Електронно-променеві трубки (ЕПТ) – зображення формується електронним променем, що вдаряється у люмінофор на екрані.

6. Проекційні – проектують зображення за допомогою світлодіодів, лазерів чи ламп на екран або поверхню.

7. Електрохромні – змінюють колір та прозорість під дією електричного струму.

8. Електронні чорнила (E-ink) – імітують зовнішній вигляд звичайного паперу шляхом переорієнтації частинок фарби.

Обираємо дисплей, враховуючі сумісність з мікроконтролером, кількістю знаків для виводу атмосферного тиску та температури, живлення обираємо дисплей LCD 1602 інтерфейсом I2C, якій має 2 строчки по 16 символів [8].

3.5.Обґрунтування кнопки

Для включення та виключення системи пропонується використати кнопку.

Кнопки дуже широко використовуються в електроніці для різних цілей (рис.3.2).



Рис.3.2. Ріновид кнопок

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		21

Ось деякі основні види кнопок та їх застосування в електронних пристроях:

1. Тактові кнопки – прості кнопкові перемикачі, які замикають або розмикають коло при натисканні. Використовуються для запуску операцій, скидання, ввімкнення/вимкнення тощо.

2. Кнопки-штовхачі – циліндричні кнопки, які при натисканні висуваються, а при повторному натисканні повертаються у вихідне положення. Застосовуються для тимчасового ввімкнення/вимкнення функцій.

3. Поворотні кнопки – обертові кнопки, які змінюють значення якогось параметра залежно від кута повороту.

4. Мембранні кнопки – плоскі гумові або пластикові кнопки без механічного ходу. Широко використовуються в портативній електроніці завдяки компактності.

5. Сенсорні кнопки – кнопки, що активуються при торканні ємнісним або резистивним сенсором. Зустрічаються на сенсорних панелях та екранах.

6. Кодувальні кнопки – кнопки, що передають закодовану комбінацію сигналів залежно від натискання. Використовуються в пультах керування та клавіатурах.[9]

Пропонується використати тактову кнопку для системи.

3.6. Обґрунтування блока живлення

Блок живлення – це пристрій, який перетворює вхідне джерело електроенергії (наприклад, змінний струм з електромережі) в необхідні для роботи електронних пристроїв види енергії (постійний струм різних напруг).

Типи блоків живлення:

1. Лінійні – простіші, але менш ефективні. Використовують трансформатор і лінійний стабілізатор.

2. Імпульсні – більш ефективні та компактні. Використовують високочастотні імпульсні перетворювачі замість трансформатора.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

3. Модульні – окремі блоки для встановлення в пристрої, забезпечують швидку заміну.

Основні характеристики блоків живлення – потужність, вихідна напруга, стабільність, ефективність, надійність. Вони використовуються практично в будь-якій електронній апаратурі – комп'ютерах, зарядних пристроях, аудіо/відео системах, промисловому обладнанні тощо [10].

Пропонується використати акумулятор та автономний блок живлення, враховуючі живлення всіх елементів системи.

3.7. Структурна схема

Структурна схема – це графічне представлення, яке спрощено відображає ключові компоненти та їх взаємозв'язки в певному пристрої, системі чи процесі. Вона слугує інструментом для наочного відтворення загальної архітектури об'єкта, не вдаючись у технічні подробиці.

Така схема виступає як узагальнена діаграма, де окремі блоки символізують функціональні модулі або складові частини системи. Її головне призначення - дати загальне уявлення про будову та принцип роботи об'єкта, не заглиблюючись у деталі його практичної реалізації.

Ключові характеристики структурної схеми:

1. Візуальна ясність – схема забезпечує чітке розуміння внутрішньої організації об'єкта.

2. Узагальненість – відображає тільки головні елементи та їх взаємозв'язки, не розкриваючи технічних нюансів.

3. Стандартизоване представлення – застосовує загальноприйняті графічні символи для позначення компонентів і зв'язків.

4. Багаторівневність – дає можливість представляти комплексні системи через декомпозицію на підсистеми різного ступеня деталізації.

Структурні схеми широко застосовуються в різних галузях, таких як електроніка, програмування, теорія управління, організація виробництва. Вони

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

полегшують розуміння принципів роботи систем, допомагають в проектуванні та аналізі.[11]

Враховуючі функції системи та обґрунтовані складові побудуємо структурну схему.



Рис 3.3. Структурна схема системи

Складові системи:

1. Інфрачервоний світлодіод;
2. Фототранзистор;
3. Блок живлення;
4. Кнопка ;
5. Мікроконтролер;
6. Дисплей.

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1 Вибір мікроконтролера

У якості мікроконтролера пропонується обрати мікроконтролер Atmega16, представлений на рис.4.1. Atmega16 постачається в різних корпусах, але найпоширенішим є компактний корпус PDIP (Plastic Dual Inline Package) з 40 виводами. Розташування пінів представлено на рис.4.2.



Рис. 4.1 Зовнішній вигляд Atmega16

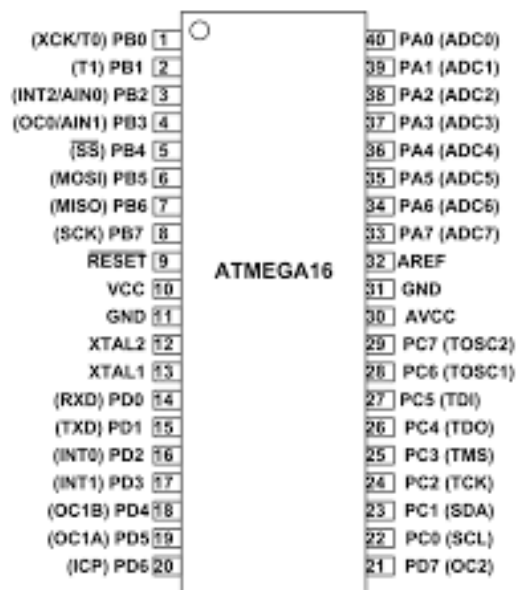


Рис. 4.2. Розташування пінів Atmega16

Atmega16 є 8-бітним мікроконтролером від компанії Atmel (нині частина Microchip Technology). Він належить до популярної серії AVR і широко використовується в різноманітних додатках завдяки своїм потужним можливостям і доступній ціні.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Ось кілька ключових характеристик Atmega16:

1. Архітектура: RISC, 8-бітна.
2. Тактова частота: До 16 МГц.
3. Пам'ять програм (Flash): 16 КБ.
4. Оперативна пам'ять (SRAM): 1 КБ.
5. Енергонезалежна пам'ять (EEPROM): 512 байт.
6. Порти вводу/виводу: 32 програмовані лінії вводу/виводу.
7. Периферійні пристрої: UART, SPI, TWI (I2C), таймери/лічильники, АЦП, аналоговий компаратор та інші.
8. Робоча напруга: 4,5-5,5 В.
9. Низьке енергоспоживання з режимами зниженого енергоспоживання.

Atmega16 знайшов широке застосування у вбудованих системах, автоматизації, робототехніці, домашній автоматизації та інших областях завдяки своїй продуктивності, багатofункціональності та зручності у використанні. Він підтримується багатьма середовищами розробки, такими як Arduino IDE, Atmel Studio та іншими.[11,12]

4.2.Вибір дисплею

Для вимірювань значень швидкості обертання двигуна автомобіля пропонується обрати дисплей LCD1602 рис.4.3.



Рис 4.3.Зовнішній вигляд дисплею lcd1602

Дисплей LCD1602 3.3В –2-рядковий символний LCD з 16 символами в кожному рядку, синім заднім підсвічуванням, білим кольором символів або жовтим заднім підсвічуванням і чорним кольором символів та напругою

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

живлення логічних ланцюгів 3.3В. Дисплей має 8-бітовий паралельний інтерфейс. Працює на базі драйвера SPLC780D, сумісного із HD44780.

Можливе підключення дисплей 1602 послідовно через інтерфейс через I2C.

Стандартна схема підключення до мікроконтролера Ардуїно по I2C представлена як на рис.4.4.

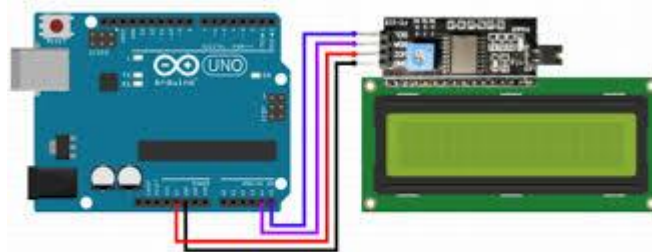


Рис.4.4. Стандартна схема приєднання дисплея до Ардуїно по I2C

Технічні характеристики дисплея:

- Символьний дисплей;
- Кількість рядків: 2;
- Кількість символів у рядку: 16;
- Живлення: 3.3В;
- Колір заднього підсвічування: синій (колір символів білий);
- Колір заднього підсвічування: жовтий (колір символів чорний);
- Інтерфейс: 8-бітний паралельний;
- Драйвер: SPLC780D, сумісний з HD44780;
- Набір символів: ASCII;
- Напрямок видимості поля дисплея – 6 годин;
- Габарити: 80x36x12.5 mm.

Для роботи екрану та підсвічування необхідно подавати на лінії живлення дисплея робочу напругу 5 В. Однак сигнальні лінії даних можуть бути в діапазоні 3,3-5 В. Це дає можливість підключати дисплей до контролерів з логічною напругою 3,3 В.[13]

4.3 Вибір інфрачервоного світлодіода та фотодіода

Для вимірювання швидкості руху двигуна пропонується використати інфрачервоний передавач та приймач, тобто інфрачервоний світло дід та фото транзистор.

Тахометр – це корисний інструмент для підрахунку RPM (оборотів за хвилину) колеса або всього, що крутиться. Найпростіший спосіб зробити тахометр – це використовувати ІЧ передавач та приймач. Коли зв'язок між ними переривається, ви знаєте, що щось обертається, і можете застосовувати код для обчислення RPM, орієнтуючись на частоту переривання зв'язку.

Фототранзистор відкривається, коли потужне ІЧ-світло падає на нього. Тому, коли ІЧ-світлодіод горить, він тримає фототранзистор відкритим, але якщо ІЧ-світлодіод закривається, наприклад, лопатею вентилятора, то фототранзистор закривається.



Рис 4.5.Світлодіод інфрачервоний та фотодіод

Світлодіод F5 інфрачервоний IR (інфрачервоний) з довжиною хвилі 940 нм є компонентом, який виділяє інфрачервоне випромінювання на довжині хвилі приблизно 940 нм. Це відноситься до невидимого для людського ока діапазону спектра, який використовується для різних застосувань, таких як дистанційне керування, сенсорна технологія, вимірювання та багато інших.

Основні характеристики і застосування інфрачервоних світлодіодів з довжиною хвилі 940 нм:

- Діапазон інфрачервоного випромінювання: Діапазон інфрачервоного випромінювання з довжиною хвилі 940 нм є популярним для багатьох додатків, де потрібна невидима для ока зона спектра.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- Сенсорні застосування: Інфрачервоні світлодіоди використовуються у технологіях, таких як дистанційні керування, сенсорні екрани, сенсорні кнопки та жестикуляції.

- Контроль освітленості: Інфрачервоні світлодіоди можуть бути використані для вимірювання рівня освітленості у приміщеннях.

- Комунікаційні додатки: Інфрачервоне випромінювання може бути використане для комунікації між пристроями, зокрема для передачі даних або сигналів дистанційно.

- Вимірювання та спостереження: Інфрачервоні світлодіоди використовуються в техніках вимірювання температури та для нічного спостереження.

- Медичні додатки: Інфрачервоні світлодіоди можуть бути використані для медичних додатків, таких як імпульсний оксиметр (для вимірювання насиченості киснем в крові) та інші медичні датчики.

- Безпека та контроль доступу: Інфрачервоні світлодіоди можуть бути використані для систем безпеки та контролю доступу, наприклад, для відкриття дверей за допомогою карт або кодів доступу.

Фотодіод F5 інфрачервоний (IR) з довжиною хвилі 940 нм є фотодетектором, спеціалізованим на виявленні інфрачервоного випромінювання з довжиною хвилі приблизно 940 нм. Цей тип фотодіодів використовується для детекції областей спектра, які людське око не бачить, але які мають велике застосування в різних технічних та електронних додатках. Ось деякі особливості та використання фотодіода F5 інфрачервоного IR 940 нм:

- Довжина хвилі 940 нм: Інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі 940 нм зазвичай недоступне для людського зору. Це може бути використано для спеціальних додатків, таких як нічний бачення, контроль освітлення, інфрачервоні зв'язки тощо.

- Виявлення інфрачервоного випромінювання: Фотодіод F5 інфрачервоний здатний реагувати на інфрачервоне випромінювання та

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Док.
						29
Зм.	Док.	№ докum.	Підпис	Дат		

генерувати електричний сигнал відповідно до випромінювання, яке попадає на нього.

– Застосування в зондах та датчиках: Цей тип фотодіодів може бути використаний для створення інфрачервоних зондів та датчиків, які вимірюють рівень інфрачервоного випромінювання в різних додатках.

– Безконтактні вимірювання температури: Інфрачервоний фотодіод може бути використаний для безконтактного вимірювання температури об'єктів, таких як поверхні тіла, робочі об'єкти тощо.

– Застосування в техніці безпеки: Фотодіоди інфрачервоного випромінювання можуть використовуватися для створення систем безпеки, таких як детектори руху, системи вимірювання відстані тощо.

– Керування побутовою технікою: Інфрачервоні фотодіоди також застосовуються в побутовій техніці, наприклад, в дистанційних пультів керування для телевізорів, кондиціонерів, аудіосистем та іншого.

Технічні характеристики:

- Вхідна напруга: 1.2 - 1.4 В;
- Робочий струм: 30 мА;
- Зовнішній діаметр: 5 мм;
- Кут огляду: 15 – 30;
- Довжина хвилі випромінювання: 940 нм.[14]

4.5.Вибір кнопки

Тактові кнопки – це невеликі електромеханічні компоненти, які використовуються для встановлення тимчасового електричного з'єднання при натисканні. Вони складаються з рухомих частин та контактів, які замикаються під час натискання кнопки.

Тактові кнопки (тактильні) отримали таку назву через те, що при натисканні у людини виникають досить сильні відчуття. Такі кнопки можуть бути встановлені на друкованій платі під кутом або вертикально.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат.		

Вони часто використовуються у побуті та у багатьох сферах промисловості. ТАСТ-6Х6Х5 – недорога, надійна, мініатюрна тактова кнопка без фіксації. Легко встановлюється на друкованій платі. Компактні габаритні розміри 6х6 та з висотою 5 мм. дозволять використовувати цю кнопку практично в будь-якому пристрої, що розробляється Вами.



Рис 4.6. Тактова кнопка ТАСТ-6Х6Х5

Технічні характеристики:

- Тип перемикача: мікроперемикач;
- Кількість фіксованих положень: 1;
- Контакти: SPST-NO
- Монтаж: ТНТ;
- Розміри корпусу: 6 х 6мм;
- Висота кнопки (вимірюється від рівня плати): 5 мм;
- Алгоритм роботи: OFF-(ON)
- Тип клавiшi: кругла;
- Робоча температура: -25...70°C;
- Колір кнопки: чорний;
- Висновки: на друковану плату, прямі;
- Матеріал контактів: мідь.[15]

4.6. Вибір акумулятора

Для живлення системи потрібно обрати блок живлення.

Напруга живлення елементів:

Мікроконтролер Atmega16, інфрачервоний діод та фотодіод, дисплей, кнопка живлення в межах 5В. Тому потрібно обирати акумулятор на 5 В.

Пропонується використати акумулятор на батарейкайках на 4,8 В вольт В 2300 Mah Ni-Mh рис.4.7.

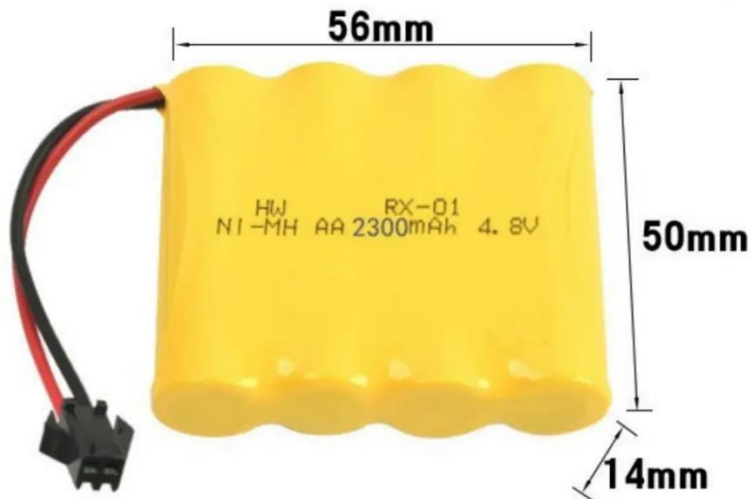


Рис 4.7. Акумулятор на 4,8 В вольт 2300 Mah Ni-Mh

Характеристики акумулятора на 4,8 В 2300 Mah Ni-Mh:

- Країна виробник: Китай;
- Тип: Акумулятор;
- Тип акумулятора: Ni-Cd;
- Місткість акумулятора: 2300 мА/год;
- Напруга акумулятора: 4.8 В;
- Тип силового роз'єму: JST;
- Довжина: 56 мм;
- Ширина: 14 мм;
- Висота: 50 мм;
- Вага: 100 г.[16]

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

4.7. Побудова принципово-електричної схеми

Принципова електрична схема – це графічне зображення електричного кола, яке показує всі електричні та електронні компоненти системи та їх з'єднання. Вона використовує стандартизовані символи для представлення різних елементів, таких як резистори, конденсатори, транзистори тощо.

Принципова схема застосовує уніфіковані графічні символи для зображення різноманітних елементів, включаючи резистори, конденсатори, діоди, транзистори та інтегральні схеми. Крім того, вона використовує лінії зв'язку для відображення електричних з'єднань між цими компонентами. Таке представлення дозволяє наочно продемонструвати структуру та взаємозв'язки в електричному колі.

Основні функції принципової електричної схеми:

- Відображення структури: Показує всі компоненти системи та їх взаємозв'язки.
- Технічна документація: Служить офіційним документом для проектування, виробництва та обслуговування.
- Аналіз кола: Дозволяє інженерам аналізувати роботу схеми та проводити розрахунки.
- Діагностика: Допомогає у виявленні несправностей та ремонті обладнання.
- Навчання: Використовується для навчання принципам роботи електричних систем.

Діапазон складності принципових схем варіюється від елементарних, що включають лише кілька компонентів, до надзвичайно комплексних, які охоплюють сотні або навіть тисячі елементів. Ці схеми відіграють ключову роль у процесі розробки будь-яких електронних пристроїв чи систем.

Враховуючі функції системи, структурну схему, обрані елементи системи та їх технічні характеристики, була побудована принципова схема системи рис.4.8.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

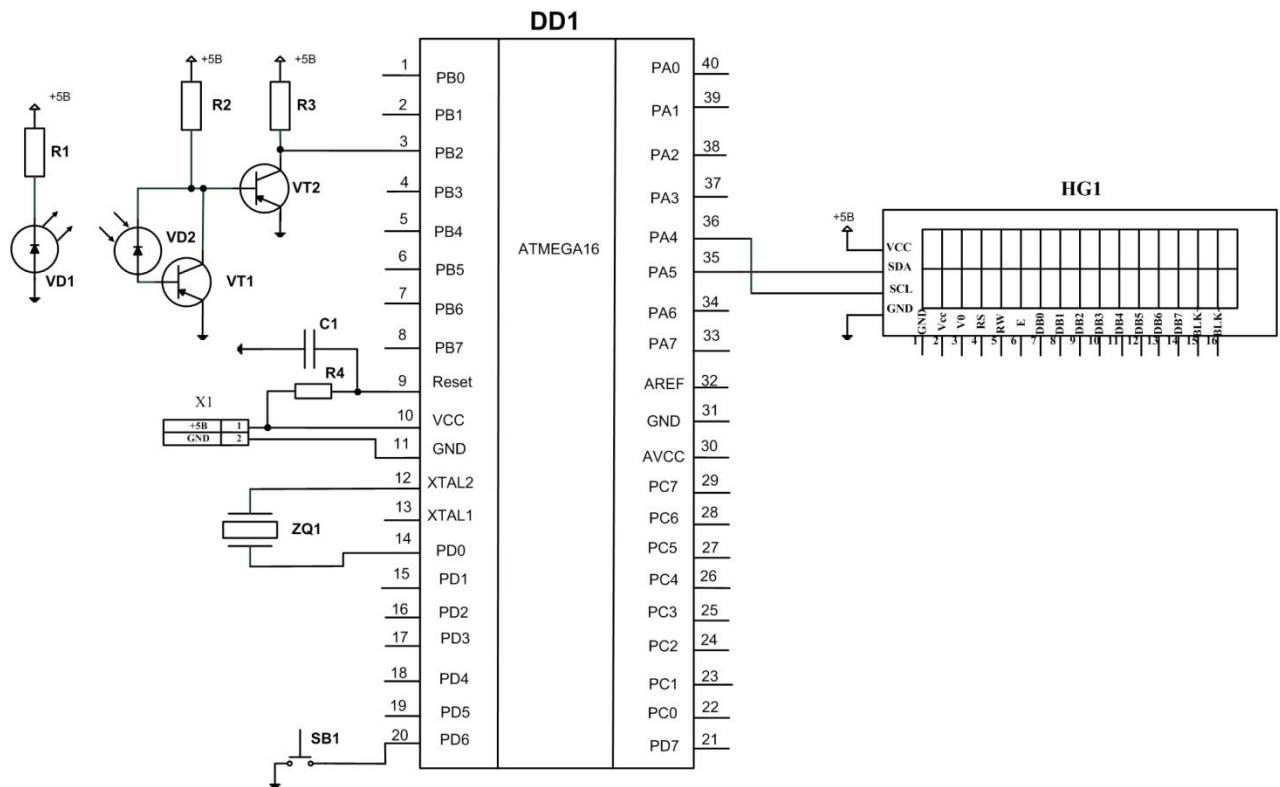


Рис 4.8. Принципова схема системи

Складові елементи наступні:

- DD1 – мікроконтролер Atmega16;
- HG1 – ЖК-дисплей LCD-1602 з I2C;
- VD1 – інфрачервоний світлодіод;
- VD2 – фотодід;
- VT1, VT2 – 2N2222;
- SB1– тактова кнопка ТАСТ-6Х6Х5;
- R1– 10 Ом;
- R2– 100 кОм;
- R3– 16 кОм;
- R4– 10 кОм;
- C1– 100нФ;
- ZQ1 – кварцевий резонатор 16МГц;
- X1 – роз’єм для акумулятора 4,8В.

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1. Побудова алгоритму

Блок-схема алгоритму – це графічне представлення послідовності дій чи кроків для вирішення певної задачі. Ось короткий опис:

Блок-схема використовує стандартизовані символи (блоки) різної форми, з'єднані стрілками, щоб показати порядок виконання операцій в алгоритмі. Кожен блок представляє конкретну дію або рішення, а стрілки вказують напрямок потоку виконання.

Основні елементи блок-схеми включають:

1. Овали (початок/кінець).
2. Прямокутники (дії/процеси).
3. Ромби (умови/рішення).
4. Паралелограми (введення/виведення даних).
5. Модифікація (цикл).

Ось перефразований варіант:

Блок-схеми виступають потужним інструментом для наочного представлення та аналізу алгоритмічної логіки. Вони сприяють кращому розумінню порядку виконання операцій та пропонують уніфікований метод відображення алгоритмів. Ці діаграми знаходять широке застосування у різноманітних сферах, включаючи розробку програмного забезпечення, проектування систем та документування процесів, де чітка демонстрація послідовності дій є критично важливою.

Особлива цінність блок-схем проявляється при роботі з комплексними алгоритмами, які містять умовні переходи, циклічні структури та вкладені елементи. У таких випадках блок-схеми дозволяють ефективно візуалізувати внутрішню логіку алгоритму та взаємозв'язки між його різними компонентами, що значно полегшує розуміння та аналіз складних обчислювальних процесів.

Алгоритм для системи вимірювання параметрів руху автомобіля представлений на рис.5.1.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

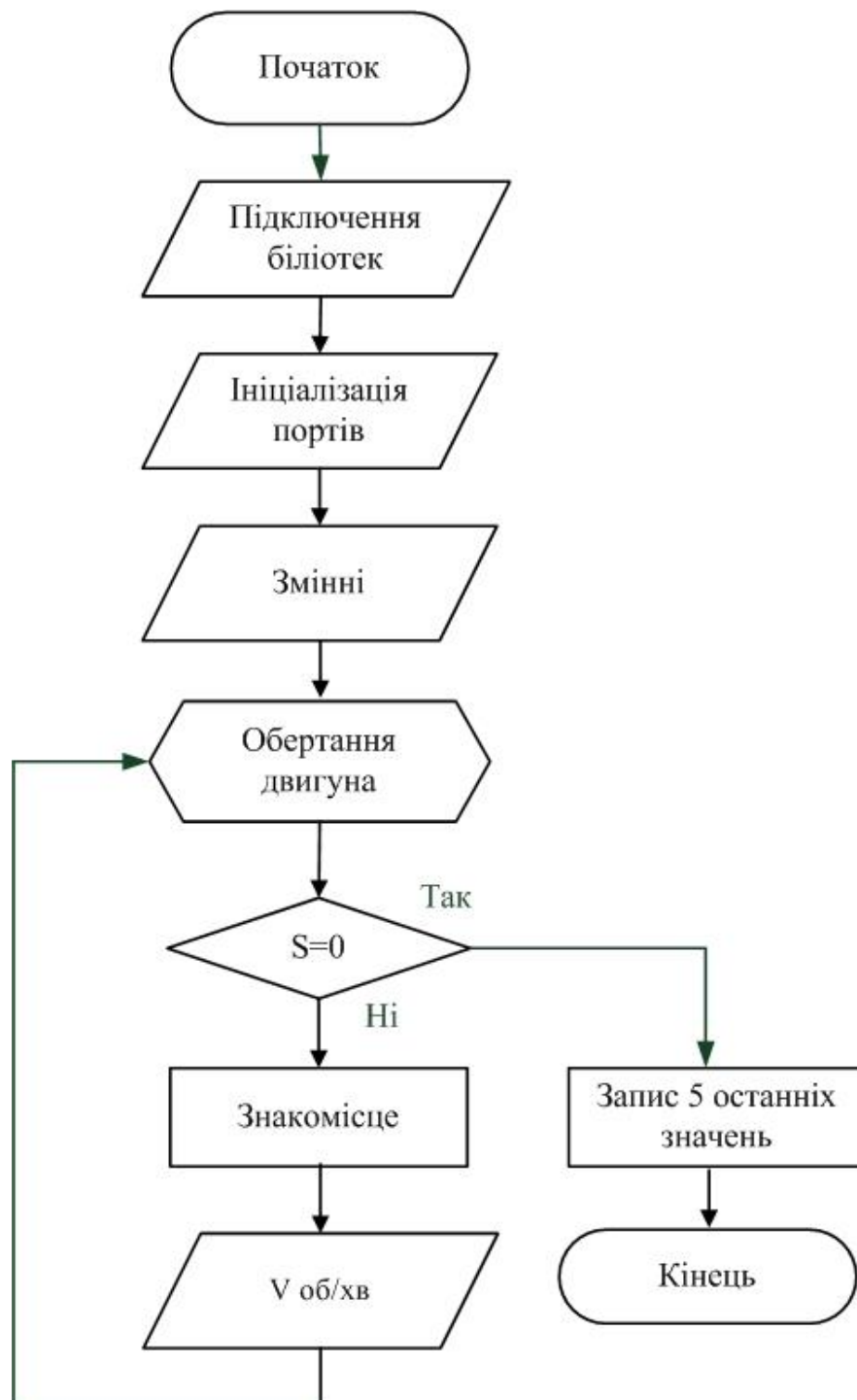


Рис 5.1. Алгоритм програми

Ось опис алгоритму

1. Початок: Починає свою загрузку програма.
2. Підключення бібліотек: Підключення необхідних бібліотек для роботи з дисплеєм.

3. Ініціалізація. Опис вхідних та вихідних виводів підключених до мікроконтролера. Ініціалізація дисплея, кнопки, інфрачервоного датчика та фотодіода.

5. Змінні: опис змінних для зняття значень швидкості та відображення виміряних даних.

6. Обертання двигуна: Інфрачервоний датчик та фотодіод працюють доки крутититься двигун та є ефект затуляння.

7. Сигнал є: Блок умови чи є сигнал. Якщо сигнал є, то програма продовжує працювати та вимірюваті швидкість двигуна. Якщо не має сигналу, то записується 5 останніх значень швидкості та програма йде на кінець.

8. Блок знакомісце: Відповідає за розташування місці напису на дисплеї.

9.Блок вивід виміряної швидкості відповідає за відображення даних швидкості на дисплей.

11.Кінець: Завершення роботи системи відбувається в випадку відсутності сигналу.

5.2. Розробка програми

Програмування мікроконтролерів ATmega16 можна здійснювати кількома способами:

1. Мова C:

- Найпопулярніший вибір для програмування ATmega16.
- Використовується з компіляторами, такими як AVR-GCC.
- Забезпечує хороший баланс між читабельністю коду та ефективністю.

2. Асемблер:

- Дозволяє повний контроль над апаратними ресурсами.
- Забезпечує найефективніше використання пам'яті та найшвидше виконання.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

- Складніший у написанні та підтримці, ніж C.

3. BASIC:

- Мова високого рівня, проста для початківців.
- Використовується з компіляторами, такими як BASCOM-AVR.

4. Arduino IDE:

- Хоча ATmega16 не є типовим Arduino-сумісним мікроконтролером, можна адаптувати Arduino IDE для його програмування.
- Потребує додаткових налаштувань.

5. Atmel Studio (тепер Microchip Studio):

- Інтегроване середовище розробки від виробника мікроконтролера.
- Підтримує C та асемблер.

6. CodeVisionAVR:

- Комерційне IDE з вбудованим C компілятором.
- Має візуальні інструменти для налаштування периферії.

Вибір мови та середовища програмування залежить від конкретних вимог проекту, досвіду програміста та доступних ресурсів. C залишається найпопулярнішим вибором завдяки своїй універсальності та широкій підтримці.

Даний код написаний в середовищі програми Arduino.IDE, на мові програмування спрощеної Cі. Він використовує бібліотеки `Wire.h`, `LiquidCrystal.h` для роботи з дисплеєм.

Програму в даному випадку рекомендується писати в середовищі Arduino IDE на мові програмування Arduino з кількох причин:

1. Простота використання: Arduino IDE є спеціалізованим середовищем для розробки програмного забезпечення для платформи Arduino. Воно надає простий та зрозумілий інтерфейс, який дозволяє легко створювати, компілювати та завантажувати програми на платформу Arduino.

2. Бібліотеки та ресурси: Arduino IDE має велику кількість вбудованих бібліотек, які спрощують роботу з різними модулями та пристроями, включаючи LCD-дисплеї, датчики тощо.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Це полегшує розробку програми та зменшує час, потрібний для написання коду з нуля.

3. Підтримка мікроконтролерів Arduino: Arduino IDE спеціально розроблене для роботи з мікроконтролерами Arduino, такими як Arduino Uno, Arduino Nano тощо. Це забезпечує високу сумісність та оптимізацію коду для цих конкретних пристроїв.

4. Широке співтовариство: Arduino є популярною платформою для проектів DIY та IoT. Існує велике співтовариство користувачів Arduino, де можна знайти багато ресурсів, підручників, прикладів та підтримку. Arduino IDE надає доступ до цього співтовариства, що полегшує вирішення проблем та отримання допомоги в разі потреби.

5. Інтеграція з апаратними засобами: Arduino IDE працює в парі з апаратними платформами Arduino, що дозволяє безпосередньо завантажувати та виконувати програми на цих пристроях.

Це спрощує розробку, тестування та відлагодження програм на реальних пристроях.

Загалом, Arduino IDE є зручним та потужним інструментом для розробки програм для платформи Arduino. Якщо ви працюєте з Arduino-сумісними пристроями, використання Arduino IDE є рекомендованим підходом.

Код програми представлений нижче:

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(3, 5, 9, 10, 11, 12);

volatile float time = 0;
volatile float time_last = 0;
volatile int rpm_array[5] = {0,0,0,0,0};

void setup()
{
    //Digital Pin 2 Set As An Interrupt
    attachInterrupt(0, fan_interrupt, FALLING);

    // set up the LCD's number of columns and rows:
    lcd.begin(16, 2);
    // Print a message to the LCD.
    lcd.print("Current RPM:");
}
```

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

```

void loop()
{
    int rpm = 0;

    while(1){

        //Slow Down The LCD Display Updates
        delay(400);

        //Clear The Bottom Row
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("                ");

        //Update The Rpm Count
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print(rpm);

        ////lcd.setCursor(4, 1);
        ////lcd.print(time);

        //Update The RPM
        if(time > 0)
        {
            //5 Sample Moving Average To Smooth Out The Data
            rpm_array[0] = rpm_array[1];
            rpm_array[1] = rpm_array[2];
            rpm_array[2] = rpm_array[3];
            rpm_array[3] = rpm_array[4];
            rpm_array[4] = 60*(1000000/(time*7));
            //Last 5 Average RPM Counts Equals....
            rpm = (rpm_array[0] + rpm_array[1] + rpm_array[2] + rpm_array[3] +
rpm_array[4]) / 5;
        }

    }
}

void fan_interrupt()
{
    time = (micros() - time_last);
    time_last = micros();
}

```

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

6 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

6.1 Розробка друкованої плати

Для створення друкованої плати було використано онлайн-середовище EasyEDA, який являє собою зручну платформу для проектування електронних схем та друкованих плат.

EasyEDA підходить для розробки електронних пристроїв низького та середнього ступеня складності та призначається для інженерів-електронників, викладачів, студентів та радіоаматорів.

Даний онлайн-сервіс підтримує імпорт файлів із САПР LTSpice, Eagle, Kicad та Altium Designer. Редактор електричних схем має потужні інструменти для малювання нових проектів із використанням існуючих бібліотек. Підтримується створення та редагування, як окремих компонентів схем, так і ієрархічних схем та підсхем SPICE-моделей. Розробка власних елементів виконується шляхом копіювання і зміни існуючих, або їх малюванням «з нуля». Особливістю програмного забезпечення також є те, що крім бібліотек звичайних «2D» графічних символів компонентів є бібліотека їх «3D» зображень.

EasyEDA – крос-платформне веб-орієнтоване середовище автоматизації проектування електроніки, що включає редактор принципів схем, редактор топології друкованих плат, SPICE-симулятор, хмарне сховище даних, систему управління проектами, а також засоби замовлення виготовлення друкованих плат.

EasyEDA пропонує різноманітні функції для модифікації та оптимізації електричних схем. Ключові можливості редактора включають:

- Роботу з компонентами: їх пересування, поворот, зміну розміру та дублювання.

- Налаштування параметрів елементів: коригування числових значень, міток, позначень та інших характеристик.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Дрк.
						41
Зм.	Дрк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Варто відзначити, що EasyEDA також має вбудований симулятор схем. Це дозволяє тестувати роботу створеної схеми ще до етапу виготовлення друкованої плати.

До складу середовища входять такі кошти:

1. редактор принципів схем;
2. редактор друкованих плат;
3. SPICE-симулятор;
4. редактор електронних компонентів;
5. генератор файлів формату GERBER;
6. програма перегляду файлів GERBER;
7. система управління проектами;
8. система замовлення виготовлення друкованих плат;
9. хмарне сховище файлів.[17]

Вимоги до побудови друкованої плати важливі для забезпечення її надійності, функціональності та відповідності стандартам. Ось основні вимоги:

1. Матеріал основи:

- Використання якісного діелектричного матеріалу (наприклад, FR-4).
- Відповідність вимогам щодо вогнестійкості та термостійкості.

2. Розміри та форма:

- Відповідність стандартним розмірам або специфікаціям проекту.
- Урахування обмежень корпусу пристрою.

3. Товщина плати:

- Вибір оптимальної товщини для механічної міцності та теплового розсіювання.

4. Кількість шарів:

- Визначення необхідної кількості шарів (одно-, дво- або багатошарові).

5. Ширина доріжок:

- Розрахунок ширини відповідно до струмового навантаження.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

- Дотримання мінімальної ширини для технологічності виробництва.
6. Відстань між доріжками:
- Забезпечення достатньої ізоляції між провідниками.
 - Урахування вимог до напруги пробою.
7. Розміри контактних майданчиків:
- Відповідність розмірам компонентів.
 - Забезпечення надійного паяного з'єднання.
8. Маркування:
- Нанесення позначень компонентів та їх орієнтації.
 - Додавання інформації про версію та виробника.
9. Монтажні отвори:
- Правильне розташування та розміри для кріплення плати.
10. Захисне покриття:
- Нанесення паяльної маски для захисту від корозії та випадкових замикань.
11. Тепловий дизайн:
- Урахування теплового розсіювання компонентів.
 - Використання термічних переходів для потужних компонентів.
12. Електромагнітна сумісність (ЕМС):
- Правильне розташування компонентів для мінімізації завад.
 - Використання заземлюючих площин.
13. Технологічність виробництва:
- Урахування можливостей виробничого обладнання.
 - Дотримання мінімальних розмірів елементів для надійного виготовлення.
14. Тестування:
- Додавання тестових точок для перевірки плати.
15. Відповідність стандартам:
- Дотримання галузевих стандартів (наприклад, IPC).

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

16. Документація:

- Створення повної технічної документації на плату.

Дотримання цих вимог забезпечить створення якісної та надійної друкованої плати, що відповідає технічним та виробничим стандартам.

Друкована плата системи вимірювання швидкості представлена на рис.6.1-6.2 та має розміри 58x43мм.

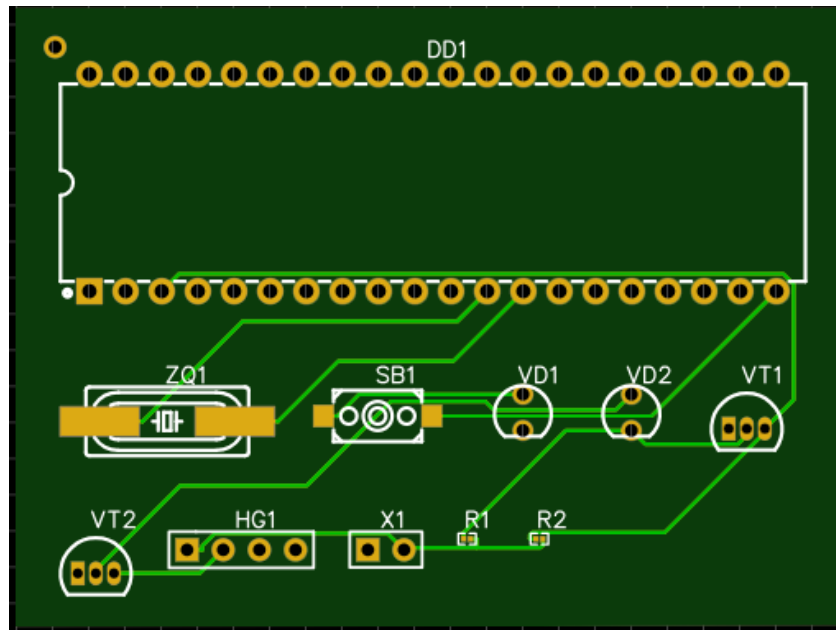


Рис 6.1. Друкована плата, верхня сторона

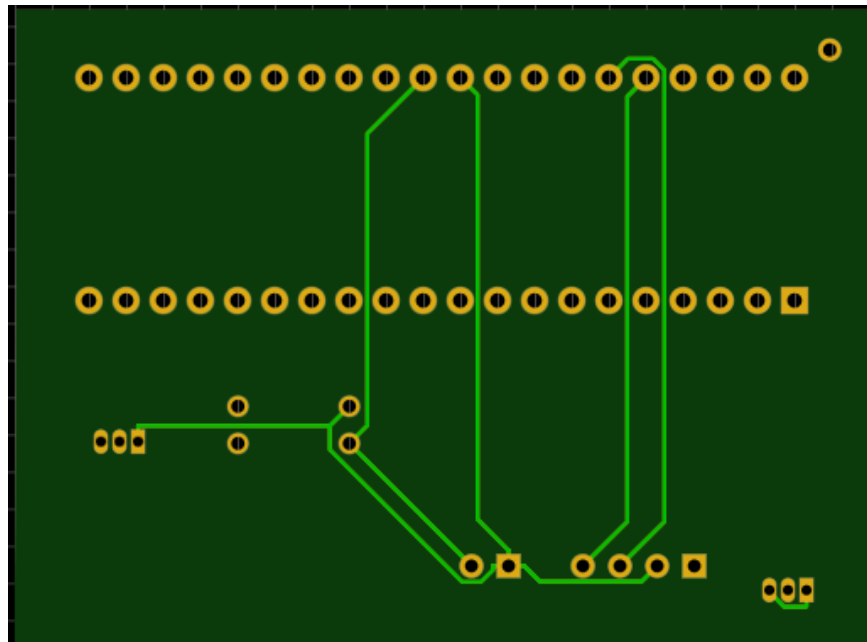
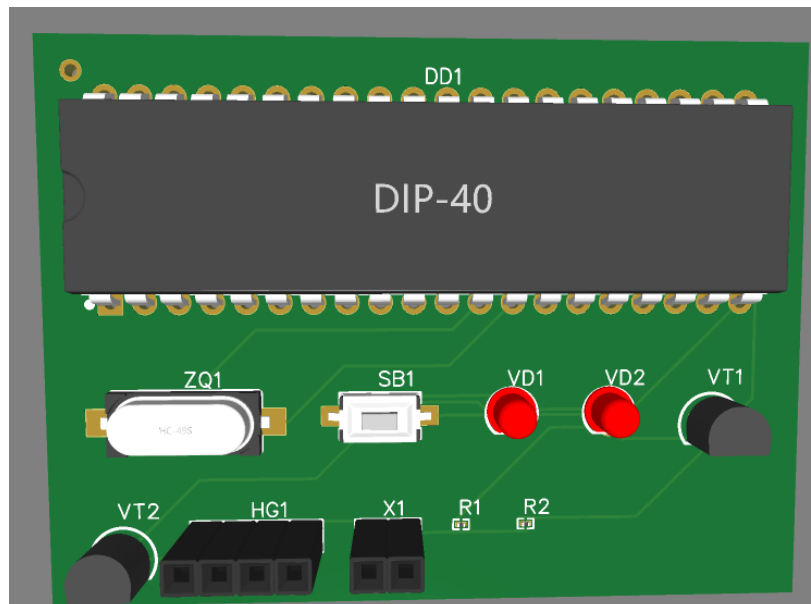


Рис 6.2. Друкована плата, нижня сторона

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		44



6.3. 3Д модель друкованої плати

Плата складається з мікроконтролера Atmega16, інфрачервоний світлодіод та фотодіод, кнопка, кварц, транзистори, конденсатор та резистори. LCD-дисплей 1602 та блок живлення на платі виведені тільки роз'єми.

6.2. Розрахунок надійності системи

Надійність – це важлива характеристика технічних систем і компонентів, яка визначає їх здатність виконувати свої функції протягом заданого часу та в певних умовах експлуатації. Ось кілька ключових аспектів надійності:

1. Безвідмовність – здатність системи працювати без збоїв протягом певного періоду.
2. Довговічність – здатність зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами на технічне обслуговування та ремонт.
3. Ремонтопридатність – пристосованість до виявлення та усунення відмов і несправностей.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		45

4. Збереженість – здатність зберігати експлуатаційні показники протягом і після зберігання або транспортування.

5. Стабільність – властивість зберігати свої характеристики в процесі експлуатації.

Надійність часто вимірюється такими показниками, як середній час між відмовами (MTBF), ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов тощо.

Забезпечення надійності є критично важливим у багатьох галузях, особливо в авіації, космонавтиці, енергетиці та інших сферах, де відмови можуть призвести до серйозних наслідків.

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.

Критерій відмовлення приладу – це показник або умова, за якої вважається, що прилад перестав працювати належним чином і вимагає ремонту, заміни або іншого втручання. Критерій відмовлення визначає, коли система або прилад може вважатися несправним або непридатним для подальшого використання.

Критерії відмовлення можуть бути встановлені в процесі проектування та визначаються вимогами до продукту, стандартами безпеки, виробничими регламентаціями або відповідними нормативними актами. Операційний персонал, технічний персонал або споживачі можуть також встановлювати критерії відмовлення на основі спостережень та практичного досвіду з експлуатації приладу. Розрахунок надійності спроектованого виробу

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ докum.	Підпис	Дат		46

проводиться в відповідності з електричною принциповою схемою виробу і з обліком заданих кліматичній категорії і виконання виробу.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу проектного 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

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_i \dots a_n.$$

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 [18] з врахуванням вихідних даних для проектного виробу.

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

$$\lambda = 70,5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

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

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год) [24].

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

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
0,98	0,97	0,95	0,93	0,87	0,70	0,57	0,49

Таблиця 6.2 – 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	
	АТmega16	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	Резистори	4	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,01344
3	Конденсатори	1	0,02	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,0336
4	Діоди				a_1	a_2	a_4	a_6	
	Інфрачервоний	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_5$	2,1	1	1,3	1	0,819
	Фотодіод	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
5	Транзистори	3	0,02	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,1008
6	LCD-1602	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	Кнопка	1	0,2	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	0,7	1	0,294
8	Кварцевий резонатор	1	1,8		2,1				3,78
9	Акумулятор 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								70,5

На графіку, приведеному на рис 6.1 приведена залежність надійності $P(t)$.

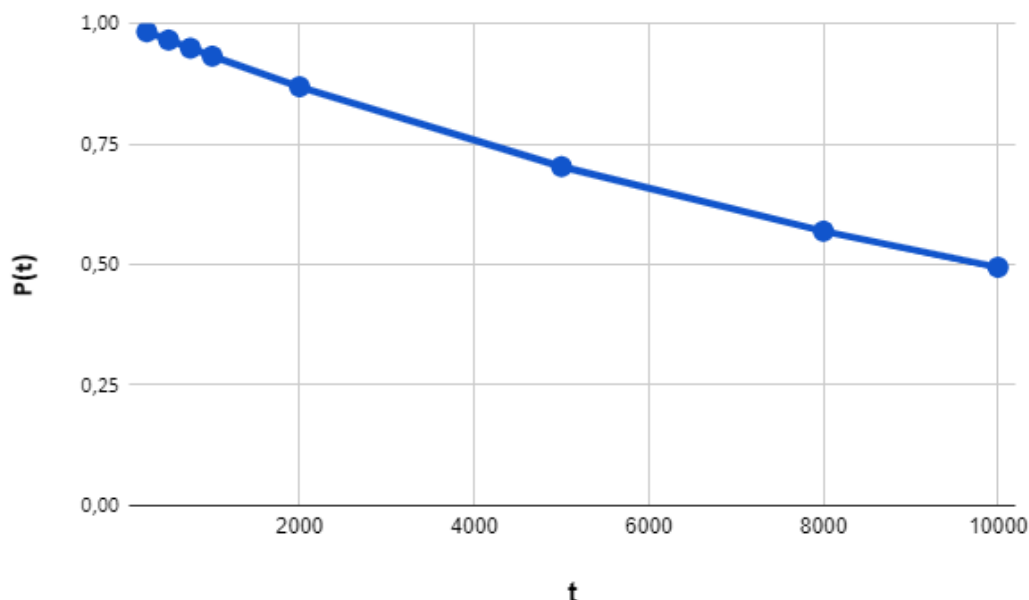


Рис 6.1. Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t
Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1}$$

Підставляючи дані в формулу (2.4) одержимо

$$T = (70,5 \cdot 10^{-6})^{-1} = 14\,185 \text{ годин}$$

6.3 Розрахунок похибок

Проведено десять повторних вимірювань швидкості обертів двигуна, діапазон вимірювання швидкості двигуна складає в діапазоні 2000-3000 об/хв (33-55 об/с), максимальні значення швидкості складають в діапазоні 6000-10000 об/хв (100-166 об/с).

Було отримано наступну вибірку:

$$V = (55, 56, 55, 56, 57, 58, 55, 55, 58, 56)$$

Вишукуємо середнє арифметичне V

$$\bar{V} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} p_i \cong 56,1$$

Похибки повторних вимірювань ΔT_i та ΔT_i^2

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

$$\Delta p = |\bar{p} - p_i| \text{ та } \Delta p_i^2 = (\bar{p} - p_i)^2,$$

$$\text{де } i = 1, 2 \dots 10;$$

Результати вимірювань та обчислень заносимо у таблицю

Таблиця 6.3.Результати вимірювань

№ з.п	V,об/с	ΔV_i , об/с	ΔV_i^2 об/с ²
1	55	1,1	1,21
2	56	0,1	0,01
3	55	1,1	1,21
4	56	0,1	0,01
5	57	0,9	0,81
6	58	1,9	3,61
7	55	1,1	1,21
8	55	1,1	1,21
9	58	1,9	3,61
10	56	0,1	0,01
сер	56,1	0,94	1,29

Розраховуємо випадкову похибку вимірювання,

За даними таблиці я знайду коефіцієнт студента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0.90 $p_{0,95}=2,26$, далі розрахунок виправного вибіркового середнього квадратичного відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{V} - V_i)^2} \approx 0,379 \text{ об/с}$$

Шукаємо випадкову похибку

$$\Delta_B V = 2,26 * 0,379 = 0,86 \text{ об/с}$$

Похибка приладу:

$$\Delta_{\text{пр}} V = \frac{1}{300} t_p k V_{\text{гр}}$$

Для надійної ймовірності $V = 0,95$ з табл. 4.2 знайдемо при умові $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $V_{\text{гр}} = 166 \text{ об/с}$, а клас точності $k = 1$,

отримаємо: $\Delta_{\text{пр}} V = \frac{1}{300} 2,0 * 166 * 1 \approx 1,11 \text{ об/с};$

1) похибку заокруглення за (6.4):

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

$$\Delta V_3 = V \frac{h}{2}.$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta V_3 = 0.95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 \text{ об/с};$$

2) загальну абсолютну похибку (4.5):

$$\Delta V = \sqrt{(\Delta_B V)^2 + (\Delta_{\Pi} V)^2 + (\Delta_3 V)^2} = \sqrt{0.86^2 + 1.11^2 + 0.02^2} \approx 1.4 \text{ об/с}.$$

3) відносну похибку за (6.5)

$$\delta V = \frac{\Delta V}{\bar{V}} \times 100\% = \frac{1.4}{56.1} \times 100\% \approx 2.5\%$$

Записуємо кінцевий результат:

$$L = (56.1 + 1.4) \text{ об/с при } \delta L = 2.5\%$$

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

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.

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;
- адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;
- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.[21]

7.2. Охорони праці при роботі з тахометром

При роботі з тахометром важливо дотримуватися правил охорони праці для забезпечення безпеки працівників. Ось основні моменти, на які слід звернути увагу:

1. Інструктаж та навчання:

- Перед початком роботи працівники повинні пройти інструктаж з техніки безпеки.
- Необхідно ознайомитися з інструкцією з експлуатації тахометра.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

2. Підготовка робочого місця:

- Забезпечити достатнє освітлення робочої зони.
- Перевірити справність електропроводки та заземлення (для електронних тахометрів).

3. Засоби індивідуального захисту:

- Використовувати захисні окуляри при роботі з механічними частинами, що обертаються.
- За необхідності використовувати захисні рукавички.

4. Робота з обладнанням:

- Переконавшись, що тахометр правильно закріплений і не може зірватися під час вимірювань.
- Не торкатися рухомих частин обладнання під час роботи.
- Не перевищувати максимально допустиму швидкість обертання, зазначену в інструкції.

5. Електробезпека (для електронних тахометрів):

- Перевірити цілісність ізоляції кабелів.
- Не використовувати прилад у вологому середовищі без відповідного захисту.

6. Робота з лазерними тахометрами:

- Не направляти лазерний промінь в очі.
- Використовувати спеціальні захисні окуляри при роботі з потужними лазерами.

7. Загальні правила:

- Не відволікатися під час вимірювань.
- Регулярно проводити технічне обслуговування тахометра.
- Зберігати прилад у сухому, захищеному від пилу місці.

8. Дії при несправностях:

- При виявленні несправностей негайно припинити роботу.
- Повідомити про проблему керівництву.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- Не намагатися самостійно ремонтувати прилад без відповідної кваліфікації.

9. Завершення роботи:

- Вимкнути та від'єднати прилад від джерела живлення.
- Очистити робоче місце та прибрати інструменти.

Дотримання цих правил допоможе забезпечити безпечну роботу з тахометром та знизити ризик виникнення нещасних випадків. [22]

7.3. Інструктажі з питань охорони праці

Нормативна база: Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15

Інструктажі з питань охорони праці на підприємстві мають проходити усі працівники під час прийняття на роботу і в процесі трудової діяльності, а також учні, курсанти, слухачі та студенти під час трудового і професійного навчання. Інструктаж, навчання та перевірку знань з охорони праці зобов'язаний організувати роботодавець за власний рахунок.

Перевірку знань працівників з питань охорони праці на підприємстві проводить комісія, склад якої затверджує своїм наказом керівник.

Законодавством заборонено допускати до робіт працівників та посадових осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці.

Відповідальність за організацію і проведення інструктажів несе роботодавець.

За характером і часом проведення розрізняють вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі, кожен з яких проводиться певним категоріям працівників та за певних умов.

Вступний інструктаж з охорони праці на підприємстві проводять:

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- усім працівникам, яких беруть на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;
- працівникам інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;
- учням та студентам, які проходять на підприємстві трудове або професійне навчання;
- учасникам екскурсії на підприємство.

Первинний інструктаж з охорони праці проводять з працівниками:

- новоприйнятими на постійну чи тимчасову роботу;
- відрядженими з іншого підприємства;
- яких перевели з іншого структурного підрозділу підприємства;
- які виконуватимуть нову роботу;
- з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:
- до початку трудового або професійного навчання;
- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Повторний інструктаж з охорони праці:

Терміни проведення повторного інструктажу встановлюються НПАОП, які діють у галузі, або роботодавцем з урахуванням конкретних умов праці, проте не рідше:

- одного разу на три місяці – для робіт з підвищеною небезпекою;
- одного разу на шість місяців – для інших робіт.

Позаплановий інструктаж з охорони праці проводять у тому разі, якщо на підприємстві:

- введено в дію нові або переглянуті НПАОП, внесено зміни та доповнення до них;
- змінено технологічний процес, замінено або модернізовано устаткування, прилади, інструменти, вихідну сировину, матеріали тощо;

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		56

— працівниками порушено вимоги НПАОП, й це призвело до травм, аварій, пожеж тощо;

— у разі перерви понад 30 календарних днів у роботі виконавця робіт з підвищеною небезпекою та понад 60 днів – у роботі виконавця інших робіт.

Цільовий інструктаж з охорони праці проводять у разі ліквідації аварії або стихійного лиха та проведення робіт, на які потрібен наряд-допуск, наказ або розпорядження.

У разі виконання робіт, на які потрібно оформлювати наряд-допуск, цільовий інструктаж реєструють у цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів – не обов’язково.[22]

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

Розроблена комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів руху автомобіля є високотехнологічним рішенням, що забезпечує контроль та вимірювання параметрів руху автомобіля. Ця система складається з інфрачервоного світлодіода та фотодіода, які зчитують показники швидкості обертів двигуна. Система керується кнопкою включення та виключення та виміряні дані виводяться на дисплей. Також, розроблена система може бути інтегрована з іншими системами моніторингу стану автомобіля. Розроблена система може застосовуватися у різноманітних галузях: транспортні технології, експертні лабораторії по ДТП, логістика та управління автопарком, навігація та геолокація, страхування, наукові дослідження, безпека дорожнього руху, технічне обслуговування.

Ключова перевага цієї системи полягає в її ергономічності та здатності автоматизувати процес визначення швидкості обертання автомобільного двигуна. Вона звільняє операторів від необхідності проводити складні ручні розрахунки або фіксувати показники самотійно. Натомість, система самотійно зчитує інформацію з сенсора, опрацьовує її та виводить результати на екран. Це значно спрощує роботу та підвищує ефективність вимірювань.

В дипломній роботі вирішені такі завдання:

- Проведений аналіз існуючих систем вимірювання параметрів руху автомобіля;
- Обрано складові елементи системи вимірювання параметрів руху автомобіля;
- Розроблена структурна та принципова схеми системи;
- Розроблена друкована плата системи;
- Розроблений алгоритм роботи та відповідна програма;
- Розрахована надійність та точність системи;
- Описана охорона праці при роботі з пристроями, які вимірюють параметри руху.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волков В.П., Вільський Г.Б. Теорія руху автомобіля: підручник – Суми: Університетська книга, 2015.320 с.
2. Цифровий тахометр з вольтметром автомобільний [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://co-di.com.ua/ua/p1258706120-tsifrovoj-tahometr-voltmetrom.html>.
3. Довговічний цифровий спідометр [Електронний ресурс] – Режим доступу: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.joom.com/uk/products/659685f69c16f301da15660d>.
4. Цифровий електронний GPS спідометр для авто, мотоцикла, човни від USB, HUD Y03 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/412325430/p412325430/>.
5. Автомобильный бортовой компьютер Autool X90 GPS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/309918733/p309918733/>.
6. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи/ А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.
7. ІЧ передавач та приймач [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.fmuser.net/content/?15261.html>.
8. Дисплей Засоби відображення інформації. Частина 1 : навчальний посібник / Л. В. Крилик, О. О. Селецька, І. В. Сухоцька. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 82 с.
9. Основи електроніки : навч. посіб. / А. С. Васюра, Г. Д. Дорощенко, В. П. Кожем'яко, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 197 с. 10.
10. Види кнопок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://001.com.ua/uk/knopky-keruvannya>.
11. Структурна схема [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/7bykov_metodvkaz_vykonannya_bakalavrs_kyh_dyplomnyh_robit/3.2.2.html.

					<i>МММТ 480.002.002 - ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		59

12. Мікроконтролер Atmega16 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Atmega16>.
13. Дисплей LCD1602 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://miniboard.com.ua/display/777-displej-lcd1602-33v-blue-yellow-backlight.html>.
14. Світлодіод інфрачервоний та фотодіод [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://myproject.com.ua/svitlodiod-f5-infrachervonij-ir-940nm-ua.html>.
15. Тактова кнопка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kosmodrom.com.ua/el.php?name=ТАСТ-6Х6Х5>
16. Акумулятор на 4,8 V вольт В 2300 Mah Ni-Mh [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prom.ua/p2137723616-akkumulyator-dlya-igrushek.html>.
19. EasyEDA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://easyeda.com>.
20. Дизайн друкованих плат [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.fmuser.net/content/?17004.html>.
21. Основи охорони праці на державних засадах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.
22. 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.
23. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» // Розробники: Подчашинський Юрій, Чепюк Ларіна, Петросян Руслан, 2021. – 60с.

.

					МММТ 480.002.002 - ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		