

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Комп'ютерно-інтегрованих технологій

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення автоматизованої системи  
регулювання дорожнього руху для  
роботизованого транспортного засобу

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи КТс-41

спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-

інтегровані технології

(шифр і назва спеціальності)

Гураль А.Ю.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник  
(підпис) Королук Р.І.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль  
(підпис) Левицький В.В.  
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри  
(підпис) Микитишин А.Г.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент  
(підпис) Шовкун О.П.  
(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2024



6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи хорони праці</i>	<i>Сенчишин В.С.</i>		

7. Дата видачі завдання

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	<i>Аналітична частина</i>	<i>10.02.2024</i>	
2.	<i>Проектна частина</i>	<i>30.04.2024</i>	
3.	<i>Спеціальна частина</i>	<i>20.05.2024</i>	
4.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>01.06.2024</i>	
5.	<i>Оформлення графічної частини та пояснювальної записки</i>	<i>15.06.2024</i>	
6.	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>26.06.2024</i>	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Гураль А.Ю.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Королюк Р.І.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Темою дипломного проєкту є «Розроблення автоматизованої системи регулювання дорожнього руху для роботизованого транспортного засобу».

Мета цієї роботи полягає у створенні роботизованого транспортного засобу з інтегрованою системою автоматизованого регулювання дорожнього руху.

У дипломному проєкті проведено детальний аналіз основних методів та засобів для розпізнавання технічних засобів регулювання дорожнього руху, що використовуються у роботизованих транспортних засобах. Окрім цього, досліджено роль та значення таких систем у побутовому житті.

Також у рамках проєкту було розглянуто структурну схему системи дистанційного керування та розроблено електричну принципову схему для технічної реалізації цієї системи. Було створено алгоритм роботи системи, а також програмне забезпечення для мікроконтролера ATmega328P.

Ключові слова: мікроконтролер, роботизований транспортний засіб, система дистанційного керування, структурна електрична схема, принципова електрична схема, блок-схема.

# ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Методи та засоби розпізнавання перешкод в роботизованих засобах .....	8
1.2 Схеми для управління двигунами в роботизованих засобах.....	12
1.3 Реалізація зв'язку розроблюваного транспортного засобу з сервером.....	15
1.4 Мікроконтролери, що використовуються в роботизованих транспортних засобах .....	17
2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА .....	20
2.1 Розробка схеми електричної структурної системи розпізнавання регулювання дорожнього руху для роботизованого транспортного засобу.....	20
2.2 Розробка схеми електричної принципової системи розпізнавання регулювання дорожнього руху для роботизованого транспортного засобу.....	20
2.3 Обґрунтування вибору платформи Arduino .....	22
2.4 Модулі Arduino .....	24
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА .....	28
3.1 Розробка алгоритму роботи пристрою .....	28
3.2 Розробка програмного забезпечення .....	29
3.3 Технічні характеристики системи дистанційного керування освітленням....	33
3.4 Інструкція з експлуатації автоматизованої системи розпізнавання технічних засобів регулювання дорожнього руху для роботизованого транспортного засобу .....	34
3.5 Процес обміну інформацією між сервером і мікроконтролером.....	39
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	41
4.1 Електробезпека .....	41
4.2 Надзвичайний стан .....	45
ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ .....	53

## ВСТУП

Якість життя сучасної людини значною мірою обумовлюється розвитком виробничих сил. Виробничі сили включають засоби виробництва (техніка, ресурси, енергія) та людей, які їх використовують для створення продукції. Сучасне матеріальне благополуччя людей стало можливим завдяки науково-технічній революції, що почалась у середині минулого століття і призвела до значних змін у технічних засобах виробництва через механізацію та автоматизацію.

Технології, що реалізуються за допомогою комп'ютерного управління, називаються комп'ютерно-інтегрованими. Ця сфера вимагає фахівців, які мають високий рівень володіння спеціалізованими програмними засобами. Комп'ютерно-інтегровані технології сильно пов'язані з автоматизованими системами управління та автоматизацією процесів у багатьох галузях промисловості та виробництва.

Основною метою цих виробництв є розробка та впровадження комп'ютерно-інтегрованих систем керування, що дає змогу ефективно вирішувати завдання в усіх підсистемах управління.

Ці системи застосовують інтелектуальні підсистеми для підтримки прийняття рішень, що базуються на даних з баз даних і знань, а також для керування ними. У результаті дипломного проєктування за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» студенти здобувають такі професійні компетентності:

Знання у фізиці, електротехніці, електроніці та мікропроцесорній техніці, що дозволяють розуміти процеси в системах автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

Навички раціонального вибору технічних засобів автоматизації, що базуються на розумінні їх принципів роботи, аналізі властивостей, призначення та технічних параметрів з урахуванням вимог до автоматизації та умов експлуатації; вміння налаштовувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

Здатність впроваджувати новітні технології в сфері автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологій для вирішення професійних завдань, зокрема обслуговування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для створення баз даних параметрів процесу і їх візуалізації за допомогою інтерфейсів людина-машина.

Уміння аргументовано вибрати технічну структуру і розробляти прикладні програми для систем керування на базі мікропроцесорів, використовуючи локальні засоби автоматизації, промислові логічні контролери, програмовані логічні матриці та сигнальні процесори. Навички вільного використання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій для вирішення професійних завдань, практичні вміння програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерно-інтегрованих середовищ для автоматизації задач.

# 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Методи та засоби розпізнавання перешкод в роботизованих засобах

Датчик (сенсор) – це пристрій, що трансформує вхідну інформацію, представлену певною фізичною величиною, в іншу функціональну величину, яка може бути використана в компонентах мехатронних (роботизованих) систем.

Основні типи сенсорів наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Типи давачів та величини, які вони можуть вимірювати

Величина, що вимірюється	Тип давача											
	потенціометр	тензометричний	індуктивні	терморезисторні	ємнісний	фоторезисторні	електронні	індукційні	п'єзоелектричні	термоелектричні	давач Холла	фотоелектричні
Переміщення	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+
Рівень	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Швидкість	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+
Прискорення	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
Сила	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-
Тиск	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Момент	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+
Вологість	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Температура	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+
Витрата речовини	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-
Вібрація	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-



Існує багато різноманітних датчиків, що можуть сприймати інформацію і передавати її на певний пристрій, або ж можуть бути вмонтовані у прилади для вимірювання певних, для їх призначення, значень зовнішніх факторів. Основними датчиками для збирання даних є.

Принцип роботи п'єзоелектричних датчиків базується на явищі п'єзоефекту, коли під впливом механічних зусиль на гранях певних кристалів (таких як кварц, титан, турмалін) утворюється електричний заряд (прямий п'єзоефект) (рисунок 1.1). При введенні п'єзоелементу в електричне поле він зазнає деформації (зворотний п'єзоефект).

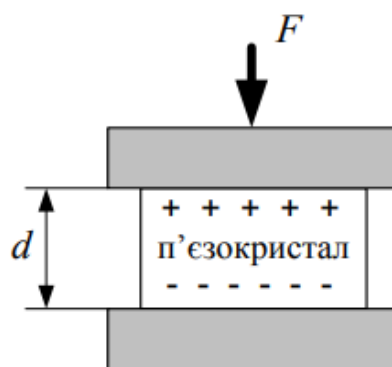


Рисунок 1.1 – Принцип роботи п'єзоелектричного датчика

Оптоелектроніка об'єднує оптичні та електронні методи вимірювання. На основі оптоелектронних перетворювачів створюються датчики для вимірювання тиску, сили, переміщення, швидкості, акустичних параметрів, а також напруженості електричних і магнітних полів.

Для параметричних оптичних сенсорів потрібне використання джерела світлового випромінювання. Найчастіше в мехатронних системах як такі джерела використовують світлодіоди.

Приймачі випромінювання діляться на дві групи: інтегральні та селективні. Інтегральні приймачі здатні перетворювати енергію випромінювання на сигнал, не залежачи від довжини хвилі даного випромінювання. Селективні приймачі, такі як фотоелектричні перетворювачі, реагують на певну довжину хвилі випромінювання.

Фоторезистори представляють собою напівпровідникові пластинки з контактами, які зменшують свій опір при освітленні. Фотодіоди і

фототранзистори належать до напівпровідникових приймачів випромінювання. Фототранзистор є фотодіодом з підсилювачем струму.

Принцип роботи оптичного сенсору та його вихідний сигнал показані на рисунку 1.2.

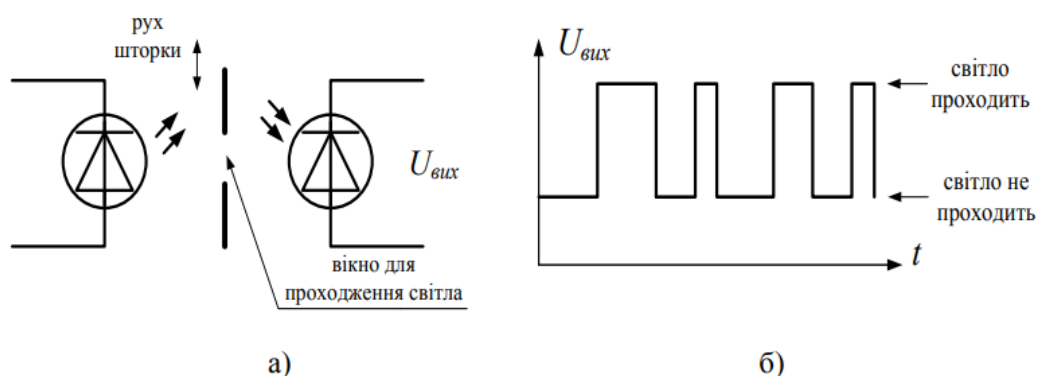


Рисунок 1.2 – Принцип роботи оптичного сенсору (а) та його вихідний сигнал (б)

Один з найбільш розповсюджених пристроїв у мехатронних системах - це енкодер, який вимірює кутові та лінійні переміщення, швидкості та прискорення. Принцип роботи оптичного енкодера базується на перетині променя оптопари (світлодіод та фототранзистор) з диском, розміщеним на валу (рисунок 1.2). Точність вимірювання залежить від частоти розмітки диска.

Існує кілька типів енкодерів, зокрема інкрементний (імпульсний) та абсолютний. Інкрементний енкодер формує імпульси, які зчитуються вторинним пристроєм, дозволяючи визначити напрямок руху або кутовий зсув механізму. Зазвичай інкрементні енкодери мають три імпульсні виходи. Два з них визначають швидкість і напрямок руху (канали А і В), а третій (канал Z) використовується для визначення позиції, формуючи імпульс нульової оцінки на один оберт.

Абсолютний енкодер не потребує лічильника імпульсів, оскільки кут повороту завжди відомий. Він генерує сигнал як під час обертання, так і в стані спокою. Диск абсолютного енкодера містить кілька концентричних доріжок, кожна з яких створює унікальний двійковий код для певної позиції вала (див. рисунок 1.3).

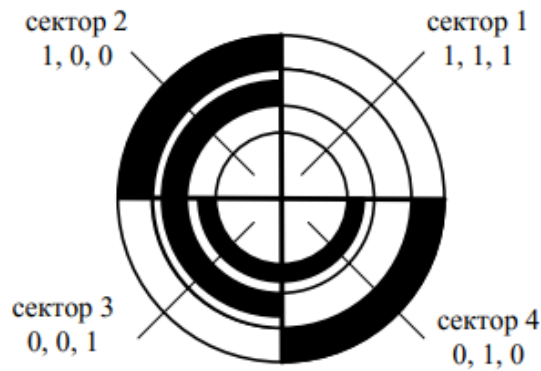


Рисунок 1.3 – Три основних режими керування фазами крокового двигуна

Абсолютний енкодер зберігає значення сигналу навіть при втраті живлення і не потребує повернення в початкову позицію. Сигнал абсолютного енкодера не пошкоджується перешкодами і не потребує точної установки вала. Навіть якщо сигнал не може бути зчитаний енкодером при високій швидкості обертання, правильний кут буде зареєстрований, коли швидкість зменшиться. Абсолютний енкодер має високу стійкість до вібрацій.

Ультразвукові датчики можуть бути встановлені горизонтально, вертикально або під кутом до об'єкта. Принцип їх дії базується на передачі ультразвукових імпульсів і вимірюванні часу їх відбиття від об'єкта та повернення до датчика. В якості чутливого елемента використовується п'єзоелектричний кристал, який також генерує ультразвук. Час між випромінюванням імпульсу та прийняттям відбитого імпульсу використовується для розрахунку відстані до об'єкта (рисунок 1.4). Повний контроль за процесом вимірювання здійснюється мікропроцесором.

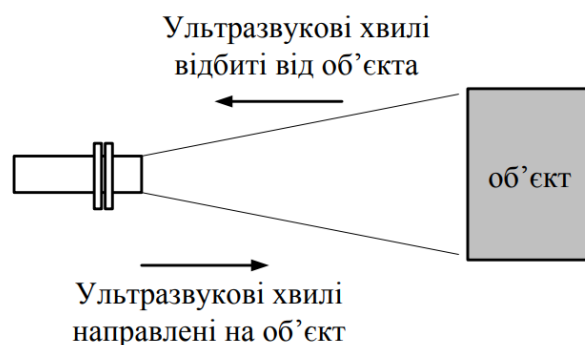


Рисунок 1.4 – Принцип дії ультразвукового давача

## 1.2 Схеми для управління двигунами в роботизованих засобах

В роботизованих засобах використовуються різні системи керування двигунами, одним з них є безпосередньо керування кроковим двигуном.

Крокові двигуни відносяться до категорії безколекторних двигунів постійного струму. (рисунок 1.5). Схеми управління кроковими двигунами повинні виконувати комутації обмоток при роботі двигуна. Даний тип двигунів відрізняє підвищена надійність і тривалий термін служби, що дозволяє використовувати їх в промисловому застосуванні.

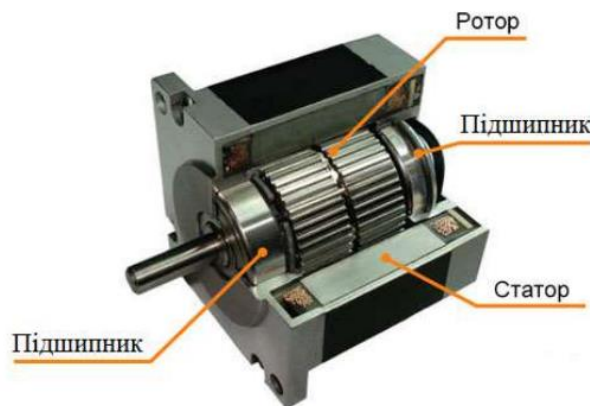


Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд гібридного крокового двигуна

Перевага крокових двигунів полягає у можливості точного позиціонування та зміни швидкості без необхідності використання системи зворотного зв'язку. Системи зворотного зв'язку можуть бути значно дорожчими за сам двигун. Водночас такі системи здатні функціонувати з великими прискореннями та при змінному навантаженні. Якщо перевищити номінальний момент утримання крокового двигуна, інформація про положення ротора в просторі втрачається, та система потребує повторного базування за допомогою кінцевого вимикача або іншого датчика. Системи зі зворотним зв'язком позбавлені цього недоліку.

В перерізі ротор сучасного гібридного двигуна має спеціальні зубці, які розташовані в осьовому напрямку (Рисунок 1.6).

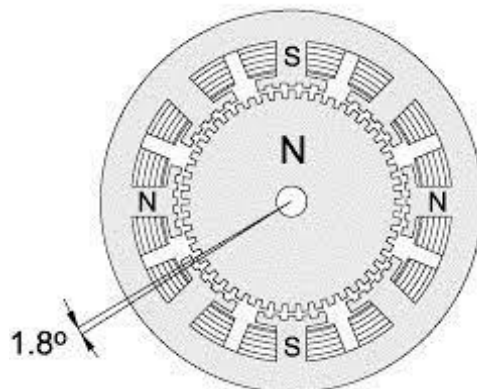


Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд ротора гібридного крокового двигуна у перерізі

При здійсненні керуванням обертами крокового двигуна потрібно обрати один із способів управління фазами крокового двигуна. Перший спосіб здійснюється за допомогою зміни комутації фаз, при якому вони не перекриваються, і в один момент часу увімкнена тільки одна фаза (Рисунок 1.7а). Цей спосіб називають повнокроковим. Точки рівноваги кожного кроку знаходяться в «природних» точках рівноваги ротора увімкненого двигуна. При використанні цього способу управління недоліком є використання половини обмоток для біполярного двигуна, а для уніполярного - тільки 25%. В такому способі двигун не зможе розвинути максимального крутного моменту.

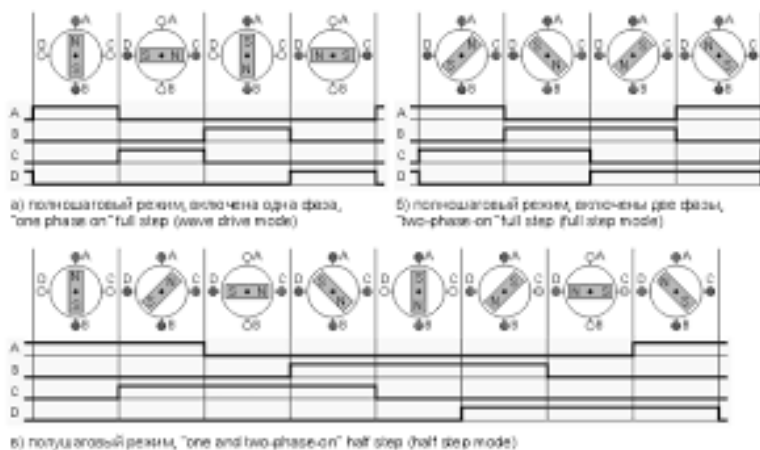


Рисунок 1.7 – Три основних режими керування фазами крокового двигуна

Другий спосіб управління полягає в увімкненні фаз з перекриттям: коли одночасно включені дві фази. При цьому методі управління ротор утримується в проміжних положеннях між полюсами статора (Рисунок 1.7б), що дозволяє збільшити момент приблизно на 40% порівняно з випадком, коли активна лише

одна фаза. Цей спосіб управління забезпечує зміщення точок рівноваги ротора на півкроку.

Третій метод являє собою поєднання перших двох і називається напівкроковим режимом, коли двигун робить крок в половину основного (Рисунок 1.7б). При здійсненні такого кутового переміщення ротор займає положення половини кута кроку для перших двох способів управління. Цей спосіб дає змогу зменшити розміру кроку, а також частково позбутися явища резонансу. Напівкроковий режим також не дозволяє отримати максимальний крутний момент.

Сучасним способом управління кроковими двигунами є мікрокроковий режимом. При здійсненні управління струм в обмотках двигуна необхідно змінювати малими кроками, таким чином забезпечується дріблення половинного кроку на мікрокроки. При одночасному увімкненні двох фаз, при умові що струми неоднакові, то положення рівноваги ротора буде знаходитися не в середині кроку, а в положенні визначеному співвідношенням струмів обмоток. При зміні цього співвідношення, можливо забезпечити необхідну кількість мікрокроків всередині одного кроку. При реалізації даного режиму необхідні спеціальні драйвери, які зможуть задавати струм в обмотках двигуна з малою дискретністю.

Для забезпечення керуванням крокового двигуна використовують одну з мікросхем А4988. Мікросхема являє собою драйвер із вбудованою системою керування біполярними кроковими двигунами із можливістю розбиття кроку на  $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/16$  частину.

Схеми автоматизованого керування двигуном постійного струму зображено на рисунку 1.8, та схема автоматизованого керування двигуном змінного струму зображена на рисунку 1.9.

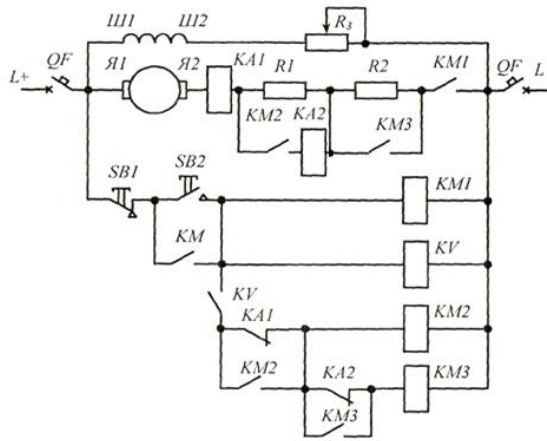


Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд типової схеми автоматизованого керування двигунами постійного струму

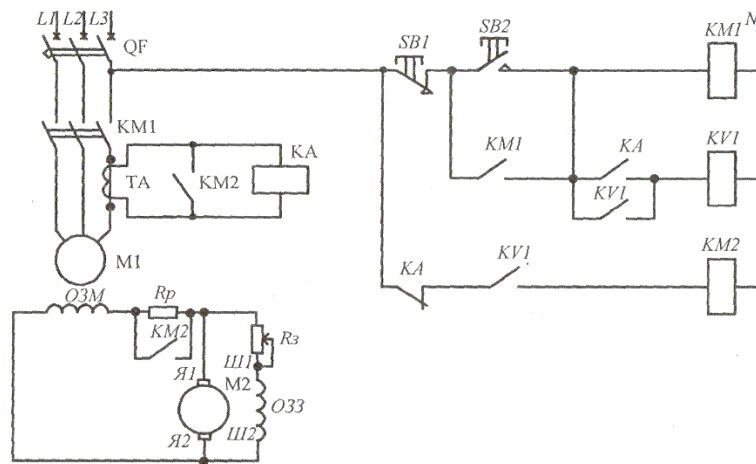


Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд типової схеми автоматизованого керування двигунами змінного струму

### 1.3 Реалізація зв'язку розроблюваного транспортного засобу з сервером

Одним із методів забезпечення зв'язку між вебсервером та роботизованим транспортним засобом є передача даних через протокол HTTP.

HTTP (HyperText Transfer Protocol або «протокол передачі гіпертексту») є протоколом на рівні застосунків для обміну гіпермедійними документами, зокрема HTML. Його основна мета - забезпечення комунікації між веб-клієнтами і серверами, але використовується також і для інших завдань. HTTP не обмежується лише передачею текстових даних, але також використовується для пересилання зображень, відео та іншого контенту. Поміж його можливостей -

можливість запиту на отримання частини документа для динамічного оновлення веб-сторінок.

Цей протокол використовує модель клієнт-сервер, де клієнт (веббраузер) надсилає запит, а сервер обробляє його і надсилає відповідь у вигляді інформації, що відображається у браузері. Клієнт та сервер не зберігають історію попередніх запитів, тому кожен запит містить повну необхідну інформацію.

Між клієнтом і сервером можуть діяти проксі-сервери, які виконують різноманітні функції, такі як посередники або кешування.

Браузер завжди ініціює запити. Для відображення вебсторінки він спочатку надсилає запит для одержання HTML-документа. Далі браузер аналізує цей документ і, в залежності від потреб, запитує інші необхідні ресурси. Потім він об'єднує ці ресурси та відображає цілісний документ – вебсторінку. Виконані браузером сценарії можуть потребувати додаткових запитів на пізніших етапах, що дозволяє вебсторінці оновлюватись.

На іншому кінці зв'язку знаходиться сервер, котрий обробляє документи на запити клієнта. Фактично сервер може складатися з мережі серверів, які розподіляють навантаження і генерують відповіді за запитами.

Запити і відповіді формуються у чіткій послідовності і мають певну структуру, як показано на (рисунку 1.10).



Рисунок 1.10 – Структура HTTP запиту

HTTP використовує різноманітні методи запитів для виконання конкретних завдань:



GET – отримує конкретні дані з бази даних;  
HEAD – запитує визначений ресурс без передачі тіла змісту;  
POST – надсилає вміст, повідомлення або дані для додавання до бази даних;  
PUT – замінює існуючий запис новим;  
DELETE – видаляє дані;  
TRACE – показує всі зміни, внесені до вебресурсу;  
PATCH – вносить часткові зміни в запис;  
OPTIONS – відображає доступні HTTP-методи для конкретного URL-адреси;  
CONNECT – перетворює запит на з'єднання у прозорий TCP/IP тунель.

#### **1.4 Мікроконтролери, що використовуються в роботизованих транспортних засобах**

Мікроконтролери є спеціалізованими програмованими мікроелектронними пристроями, призначеними для впровадження у керуючі пристрої, системи передачі даних та керування технологічними процесами.. Поділ мікроконтролерів представлений у таблиці 1.2.

Мікроконтролери знайшли широке застосування в різноманітних сферах, включаючи побутову техніку, медичні прилади, системи керування ліфтами, телефони, рації та інші засоби зв'язку, електронні музичні інструменти та автомагнітоли, комп'ютерну периферію (клавіатури, джойстики, принтери тощо), світлофори, автоматичні ворота та шлагбауми, інтерактивні дитячі іграшки, автомобілі, локомотиви та літаки, роботи та промислові верстати.

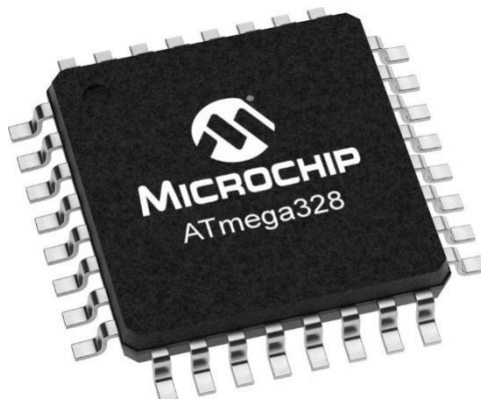
Окрім загальнопризначених мікропроцесорів і мікроконтролерів, на ринку представлені сигнальні процесори, спеціально створені для обробки сигналів у реальному часі. Ці пристрої знаходять своє застосування в вимірювальних пристроях, засобах зв'язку, передачі і відтворенні аудіо- і відеопотоків, системах локації, а також у космічних і військових технологіях.

На сьогоднішній день існує велика кількість мікроконтролерів від різних виробників. Особливою популярністю серед розробників користуються 8-бітні мікроконтролери PIC компанії Microchip Technology та AVR від Atmel, 16-бітні MSP430 від Texas Instruments, а також мікроконтролери з архітектурою ARM, розробленою компанією ARM і ліцензованою для виробництва іншим компаніям.

Таблиця 1.2 – Поділ мікроконтролерів

Мікропроцесори загального призначення	Мікроконтролери	Сигнальні процесори	Інші(нейрочіпи, секціоновані та гібридні процесори)
Застосовуються для створення персональних комп'ютерів, серверів та багатопроцесорних систем.	Застосовуються для реалізації нескладних функцій автоматизації.	Призначені для реалізації складних алгоритмів потокової обробки даних у реальному часі.	Призначені для реалізації унікальних експериментальних або специфічних систем.
Особливості: – висока обчислювальна продуктивність, – висока розрядність, – універсальна архітектура.	Особливості: – вбудована пам'ять програм і пам'ять даних, – бітовий процесор, – таймери, лічильники, порти, інтерфейси.	Особливості: – висока обчислювальна продуктивність, – команди для реалізації типових алгоритмів обробки сигналів, – вбудовані АЦП, ЦАП або медіа-інтерфейси.	Особливості: – побудова одного процесора на кількох мікросхемах, – комбінація кількох видів процесорів в одному виробі, – специфічна архітектура

Один з прикладів вигляду сучасного та поширеного мікроконтролера фірми Atmel зображений на рисунку 1.11.



## Рисунок 1.11 – Зображення популярного на сьогодні мікроконтролера ATmega328

Багато контролерів пропонують різноманітні процесорні плати з різними рівнями продуктивності. Це дає змогу залучити ширше коло потенційних користувачів системи без необхідності модифікувати її основну структуру.

Деякі контролери можуть бути спеціалізовані на функціях міжмережевих шлюзів або на обробці даних від інших контролерів у мехатронних системах, і часто вони не потребують модулів вводу-виводу.

Програмування мікроконтролерів зазвичай виконується мовами Асемблер або Сі, проте також існують компілятори для інших мов, таких як Фортран. Крім того, використовуються вбудовані інтерпретатори Бейсика. Найпоширенішими компіляторами Сі для мікроконтролерів є: Codevisionavr (для AVR), IAR (для різних мікроконтролерів), Winavr (для AVR і AVR32), Keil (для архітектури 8051 і ARM), Hitech (для архітектур 8051 і PIC від Microchip).

Для тестування та налагодження програмного забезпечення використовують програмні симулятори, які моделюють роботу мікроконтролера на персональному комп'ютері, внутрішньосхемні емулятори, що емулюють мікроконтролер і можуть підключатися до вбудованого пристрою замість нього, а також інтерфейс JTAG.

## **2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА**

### **2.1 Розробка схеми електричної структурної системи регулювання дорожнього руху для роботизованого транспортного засобу**

Розробка моделі транспортного засобу включає в себе створення структурної схеми, на якій зображено всі елементи і модулі, що використовуються в проєкті, для забезпечення його працездатності.

В даній структурній схемі одним з головних елементів виступає мікроконтролер Arduino UNO, яка забезпечує отримання інформації її опрацювання, та забезпечення зв'язку інших модулів та елементів для подальшого керування ними.

Одним з модулів, що надає певну інформацію для опрацювання для мікроконтролера є модуль пошуку лінії. Завдяки своїй структурі та елементам, що вбудовані в цей модуль, він забезпечує розпізнавання кольору по поверхні та орієнтування. При спеціально відведеній для роботизованого транспортного засобу чорній лінії, можна забезпечити рух машинки за попередньо запрограмованому коду. З модулем пошуку лінії може співпрацювати Wi-Fi модуль, що буде забезпечувати орієнтування при роботі світлофорів завдяки зворотньому зв'язку з вебсервером.

Для керування повороту використовується сервопривід, що впливає на системи передніх коліс і забезпечує їх поворот. За швидкість та напрямок обертання двигуна приводу машинки і керування ним відповідає модуль драйвера двигуна.

### **2.2 Розробка схеми електричної принципової системи регулювання дорожнього руху для роботизованого транспортного засобу**

Користуючись електричною принциповою схемою можна описати принцип роботи наступних елементів.

Для створення дипломного проєкту було вибрано плату на основі мікроконтролера Atmega328P – Arduino UNO. Вона складається з багатьох елементів з яких основними є сам мікроконтролер Atmega328P (DD2), що і бере

безпосередню участь в роботі скомпільованого і завантаженого коду і являється центральним процесором. Мікроконтролер має при собі порти PB0-PB7, PC0-PC7 та PD0-PD7, які дозволяють працювати з зовнішніми пристроями та модулями та отримувати від них певну інформацію, або керувати ними, задавати певний стан. Також є декілька портів для живлення VCC для 5В та 3.3В та пара портів заземлення GND виводом RESET до кнопки скидання прошивки написаною користувачем. На платі також знаходяться обмежуючі резистори R5-R8, RK1-RK2 та кварцові резонатор ZQ1 з котушкою індуктивності L1 та конденсаторами C1-C4, також присутній запобіжник FU1. Поряд на платі розміщений мікроконтролер ATmega16U2 (DD1) він відповідає виключно за зв'язок з USB-портом. У його флеш-пам'яті зберігається програма, яка постійно зберігається там для підтримки комунікації з USB. Ця програма дозволяє завантажувати код в ATmega328 без необхідності використання спеціальних програматорів.

DD3 на принциповій електричній схемі являє собою мікроконтролер L298N, що забезпечує керування двигуном M2 роботизованого транспортного засобу. Порти IN1-IN2 забезпечують керування для першої пари виводів OUT1-OUT2 для підключення двигуна мотору. Вони є ідентичними портам IN3-IN4 та пари виводів OUT3-OUT4. Для забезпечення задання швидкості оборотів двигуна, в мікроконтролері L298N є порти ENA та ENB, що також відносяться до першого, чи другого, підключеного двигуна. На платі драйвера двигуна також знаходяться діоди VD4-VD11, елемент DA2 78M05 з ще одним підключеним до нього світлодіодом HL2 та парою конденсаторів C7-C8 на всій платі.

Для керування поворотів роботизованим транспортним засобом було вибрано елемент сервоприводу. Окрім основного моторчику, що задає кут повороту шестерень, в сервоприводі знаходиться аналогової мікросхеми DA1 TLE4209A. На платі також присутні резистори R1-R4, R9-R10 та конденсатори C5-C6.

Для додаткового керування роботизованим засобом, використовується Wi-Fi модуль DD4 ESP-01S на базі мікроконтролера ESP8266EX. В мікроконтролері ESP8266EX знаходяться виводи для забезпечення підключенню різноманітних обмежуючих резисторів R14-R19 з однаковим номіналом 12кОм, конденсаторів

C9-C16 різної ємності, кварцового резонатору ZQ2 з котушкою індуктивності L2 та світлодіоди HL3 з синім кольором. Аналоговий мікроконтролер W25Q32 DA3 являє собою модуль flash пам'яті з об'ємом 1 Мб для швидкого зберігання великих обсягів інформації послідовним доступом в мікроконтролерах. Роз'єм DA4 Header 4X2A виступає в ролі площадки для підключення вільних портів для використання користувачем. Саме на цьому елементі знаходяться порти для керування усім модулем, а саме такі порти як живлення VCC 3.3В із заземленням, порти отримування/відправлення інформації RX і TX та порти GPIO0, GPIO2.

Щоб забезпечити рух транспортного засобу по заданій лінії, використовується модуль спеціального призначення RC8, що забезпечує чітке слідування лінії. Він складається з мікроконтролерів DA5-DA12 LM358, що забезпечує логічне мислення модулю. Для безпосереднього отримування інформації використовуються світлодіоди HL4-HL11, HL20-HL27 та фотодіоди HL12-HL19. Використовуються також резистори для обмеження струму R20-R51 різного номіналу.

### **2.3 Обґрунтування вибору платформи Arduino**

Для розробки даного роботизованого транспортного засобу була вибрана мікросхема Arduino UNO (R3 Atmega328P) (рисунок 2.1) плата, побудована на мікроконтролері ATmega328P. Ця плата містить два мікроконтролери. Основний – це ATmega328, на який завантажується та виконується програма. Код, написаний і скомпільований, записується в цей мікроконтролер, який потім його виконує. Додатково, на платі присутній ще один мікроконтролер, ATmega16U2, який відповідає виключно за комунікацію з USB-портом.

USB є протоколом, і цей мікроконтролер спеціалізується на його розумінні. Він перетворює дані, що надходять з USB, у формат, зрозумілий головному процесору, і передає їх йому. Так само, коли головний процесор має передати щось через USB, додатковий мікроконтролер конвертує це у формат USB-протоколу та відправляє на порт. У флеш-пам'яті ATmega16U2 записана програма, яка завжди залишається там для підтримки спілкування з USB. Це

дозволяє завантажувати програми в АТmega328 без використання спеціальних програматорів.

Наявність готових модулів і бібліотек програм дає можливість створювати пристрої для різних завдань. Можливості використання Arduino обмежені лише можливостями мікроконтролера.

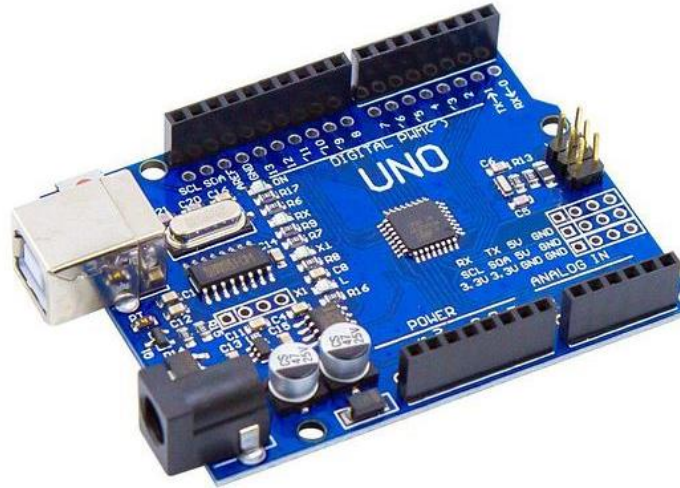


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд плати Arduino UNO

Плата має всі необхідні компоненти для комфортної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися як ШИМ-виходи), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на частоті 16 МГц, USB-роз'єм, роз'єм живлення, ICSP для внутрішньосхемного програмування та кнопку скидання. Для початку роботи з платою достатньо підключити її до AC/DC адаптера або батареї, або ж підключити до комп'ютера через USB-кабель. основні характеристики мікроконтролера включають:

- робоча напруга: 5 В;
- рекомендована напруга живлення: 7-12 В;
- максимальний струм на один вивід: 40 мА;
- максимальний вихідний струм виводу 3,3V: 50 мА;
- об'єм flash-пам'яті: 32 КБ (АТmega328), включаючи 0,5 КБ для завантажувача;
- тактова частота: 16 МГц.

## 2.4 Модулі Arduino

Давач відбиття 8RC (рисунок 2.2) призначений як давач виявлення лінії, але також може використовуватися як давач відбиття або наближення. Модуль містить 8 інфрачервоних передавачів і приймачів (фототранзистор) попарно. Давачи розташовані на відстані 9,525 мм один від одного, що найкраще підходить для роботів, що слідує за лінією, оскільки доріжка зазвичай побудована з 19 мм чорної ізоляційної стрічки. Усі давачи незалежні один від одного, але світлодіоди з'єднані парами, щоб скоротити використання електроенергії вдвічі. Світлодіоди керуються IR, який можна відключити, підключивши затвор до GND. Це дає змогу ще більше зменшити споживання електроенергії, вимикаючи їх, коли вони не потрібні, або зменшуючи їх.

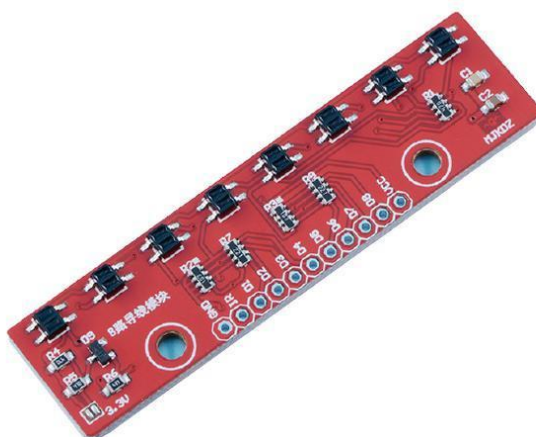


Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд модуля пошуку лінії RC8

Цей давач був розроблений для використання з платою паралельно досліджуваній поверхні. Світлодіодні струмообмежувальні резистори для роботи з напругою 5В розташовані в два ступені; це дозволяє простим обходом одного ступеня, щоб увімкнути роботу при напрузі 3,3В. Струм світлодіода становить приблизно 20–25 мА, що робить загальне споживання плати трохи менше 100 мА.

Оновлений Wi-Fi модуль ESP8266 версії ESP-01S (рисунок 2.3) базується на мікросхемі ESP8266EX, яка має вбудований стек протоколу TCP/IP та підтримує керування за допомогою AT-команд. Цей мікроконтролер



призначений для інтеграції в розумні розетки, мережі типу mesh, IP-камери, бездротові сенсорні пристрої та інші апаратні рішення.

Можливі два варіанти використання цього чіпа:

- Як міст UART-WIFI, де модуль ESP8266 підключається до існуючого пристрою на базі іншого мікроконтролера і керується за допомогою AT-команд, забезпечуючи підключення до Wi-Fi-мережі.
- Як основний мікроконтролер у новому рішенні, де ESP8266 використовується для керування всім пристроєм.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд Wi-Fi модуля ESP-01S

Основні характеристики Wi-Fi модуля:

- підтримка Wi-Fi протоколів 802.11 b/g/n;
- вбудований стек TCP/IP;
- вихідна потужність +19,5 дБм в режимі 802.11b;
- пробудження та відправка пакетів до 22 мс;
- розміри 24,5×14 мм.

Сервопривід керма Tower Pro MG90s 360 градусів Arduino зображений на рисунку 2.4. Використовується для надання роботизованому транспортному зособу змогу надати певний кут для здійснення повороту. В поєднанні з модулем пошуку лінії може здійснюватись автоматичне налаштування поворотів через попередньо написаному та скомпільованому коду для Arduino.

В залежності від тривалості імпульсів керування і ширини пауз між імпульсами, які ми подамо на керуючий пін сервомотора, він повернеться на відповідний кут. Для більшості сервоприводів, сумісних з Arduino, стандартна тривалість імпульсів керування лежить у межах від 544 до 2400 мікросекунд, а ширина пауз між імпульсами становить 20 мілісекунд.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд сервоприводу керма

L298N є двоканальним драйвером для керування як двигунами постійного струму, так і кроковими двигунами.

Модуль драйвера L298N (рисунок 2.5) дозволяє керувати двома двигунами постійного струму, кожен із яких здатний споживати струм до 2 А. Напрямок обертання двигунів визначається подачею високого або низького логічного рівня на пари виводів IN1, IN2 та IN3, IN4.

Виводи ENA та ENB (ENA відповідає за IN1, IN2, ENB за IN3, IN4) забезпечують роздільне керування швидкістю для каналів підключення двигунів А та В. Швидкість обертання двигунів регулюється шляхом подачі ШІМ-сигналу на «EN»-виводи в діапазоні від 0 до 255.

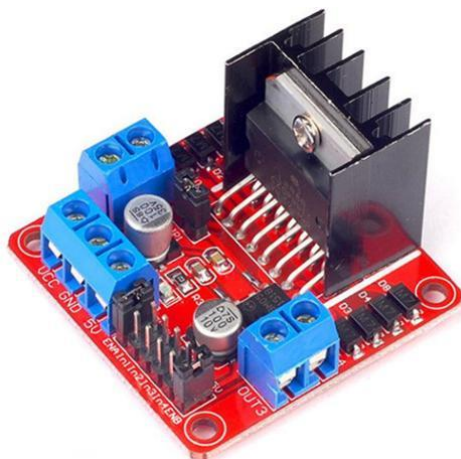


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд драйверу крокових двигунів L298N

Основними характеристиками даного драйвера є:

- робоча напруга 3-35В;
- робочий струм 2 А;

- напруга логіки: 5-7 ;
- струм логіки: 0-36 мА;
- максимальне споживання енергії 20Вт;
- температура зберігання: - 25С ° +130С °.

## 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розробка алгоритму роботи пристрою

В ході розробки роботизованого транспортного засобу на тему дипломного проекту автоматизованої системи розпізнавання технічних засобів регулювання дорожнього руху, також вбачається потреба в складанні алгоритму роботи пристрою. Для зручної реалізації усього процесу послідовності дій транспортним засобом, використовуються розповсюджений тип схем (графічних моделей) – блок-схеми.

При включенні роботизованого транспортного засобу, йде підключення всіх необхідних бібліотек, що використовувались для написання прошивки для транспортного засобу. Також відбувається присвоєння змінних з їх ініціалізацією в коді для керування усім процесом.

Після задання бібліотек так встановлення параметрів на програмному рівні, на самому транспортному засобі вмикаються усі необхідні модулі та елементи для забезпечення подальшої їх роботи. Живлення подається на необхідні основні модулі такі як: Arduino UNO, що і керує усім процесом керування, Wi-Fi модуль ESP-0S – допоміжний модуль, що надсилатиме запити для перевірки певних подій та серводвигун, який виставляється на нульове положення для коректного напрямку руху транспортного засобу.

Після попередньо виконаних дій, роботизований транспортний засіб, що розміщується на спеціальній, для дипломного проекту, ділянці шляху, шукає чорну лінію, по якій і має рухатись в подальшому. Ширини лінії для заїзду достатньо, щоб засвітити центральну групу давачів слідування. Саме вони забезпечують рух транспортного засобу вперед, при відсутності поворотів, зі збільшенням швидкості.

Коли права або ліва група давачів засвічується, це означає, що необхідно здійснити поворот в сторону засвіченої групи давачів з попередньо зменшеною швидкістю, для того щоб безпечно увійти в поворот, не вилетівши з траси. При засвіченні групи повороту давачів, здійснюється програмний код, що і задає певні значення повороту та зниження до певної швидкості з паралельною

постійною перевіркою подальшого шляху на наявність повороту або ж його відсутність.

Додатковим унікальним аспектом цього дипломного проєкту є система автоматизованого розпізнавання технічних засобів регулювання дорожнього руху, що складається з взаємопов'язаних елементів. У випадку транспортного засобу, в якому знаходиться модуль Wi-Fi ESP-01S, що й виконує роль елемента, що керує розумінням виявлення перешкод.

Для працездатності даної системи, модуль Wi-Fi отримує HTTP запити з вебсерверу, що керує світлофором і задає його колір. При змінні кольору світлофора, сервер надсилає запити, які й отримує модуль. Коли отримано запит на зміну кольору на червоний, здійснюється програмна частина коду яка буде опрацьовувати інформацію та звіряти її з умовою лінії паралельно накресленої до основної, та буде зупиняти транспортний засіб при виконанні цих двох умов. Це було зроблено для забезпечення коректної роботи зупинки перед світлофором, задля того щоб потім посеред шляху не зупинитись на вимогу світлофору.

Коли ж всі давачі засвітлені від паралельної лінії зупинки, інформація опрацьовується з порівнянням сигналу від модуля Wi-Fi, та при червоному кольорі, транспортний засіб здійснить зупинку до зміни кольору на зелений, що буде означати продовження руху.

### **3.2 Розробка програмного забезпечення**

Для виконання поставлених задач на дипломний проєкт, було розроблено програмний код для працездатності роботизованого транспортного засобу з взаємодією його основного мікроконтролера ATmega 328P на базі Arduino UNO та допоміжних, зовнішніх модулів керування та сприйняття інформації з додатковою їх взаємодією з прошивкою Wi-Fi модуля, що дозволяє додатково керувати транспортним засобом та автоматизованою системою розпізнавання технічних засобів регулювання дорожнього руху через HTTP запити з вебсерверу.

Програмний код для прошивки Arduino UNO (ATmega328P):

```

#include <Servo.h>
Servo myservo;
int ENA = 7;
int out1 = 4;
int out2 = 5;
const int irPins[8] = { 13, A0, A2, A3, A4, A5 , 9 , 8};
int irSensorDigital[8] = {0,0,0,0,0,0,0,0};
int i,j = 0;
int d = 1000;
int irSensors = B00000000;
void setup() {
  Serial.begin (115200);
  Serial.setTimeout(5);
  myservo.attach (6);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  /* Set-up IR sensor pins as input */
  for (int i = 0; i <= 7; i++)
  {pinMode(irPins[i], INPUT);}
}
void loop() {
  scanD();
  check();
}
void check() {
  switch (irSensors) {
  case B00000000:
    rightS();
    break;
  case B10000000:
    rightS();
    break;
  case B01000000:
    rightS();
    break;
  case B00100000:
    rightS();
    break;
  case B00010000:
    rightS();
    break;
  case B00001000:
    leftS();
    break;
  case B00000100:
    leftS();
    break;
  case B00000010:
    leftS();
    break;
  case B00000001:
    leftS();
    break;
  case B11000000:
    rightS();
    break;
  case B01100000:
    rightS();
    break;
  case B00110000:
    rightS();
    break;
  case B00011000:
    go();
  }
}

```

```
break;
case B00001100:
leftS();
break;
case B00000110:
leftS();
break;
case B00000011:
leftS();
break;
case B11100000:
rightS();
break;
case B01110000:
rightS();
break;
case B00111000:
rightS();
break;
case B00011100:
leftS();
break;
case B00001110:
leftS();
break;
case B00000111:
leftS();
break;
case B11110000:
rightS();
break;
case B01111000:
rightS();
break;
case B00111100:
go();
break;
case B00011110:
leftS();
break;
case B00001111:
leftS();
break;
case B11111000:
rightS();
break;
case B01111100:
rightS();
break;
case B00111110:
leftS();
break;
case B00011111:
leftS();
break;
case B11111100:
rightS();
break;
case B01111110:
go();
break;
case B00111111:
leftS();
break;
case B11111110:
```

```

    rightS();
    break;
    case B01111111:
    leftS();
    break;
    case B11111111:
    light();
    break;
    default:
    Serial.print("Unhandled case: ");
}
}
void lightht() {
if (Serial.available() >= 1) {
char key = Serial.read();
int s = Serial.parseInt();
switch (key) {
case 'a':
if (s == 0) {
Serial.print("NULL");
Serial.println(s);
}
break;
case 'b':
if (s == 1) {
Serial.print("INT");
Serial.println(s);
}
break;
}
s = 2;
}
}
void rightS() {
myservo.write(35);
digitalWrite(out1, HIGH);
digitalWrite(out2, LOW);
analogWrite(ENA, 60);
}
void leftS() {
Serial.println("left motor forward (spin)");
myservo.write(145);
digitalWrite(out1, HIGH);
digitalWrite(out2, LOW);
analogWrite(ENA, 60);
}
void go() {
Serial.println("forward ");
digitalWrite(out1, HIGH); //Встановлює напрям обертання двигунів ВПЕРЕД
digitalWrite(out2, LOW); //
analogWrite(ENA, 255); // двигуни на Каналі А крутяться з максимальною швидкістюшвидкістю
}
void stopme() {
Serial.println("stop");
digitalWrite(out1, LOW);
digitalWrite(out2, LOW);
}
void scanD() {
for ( byte count = 0; count < 8;count++)
{
bitWrite(irSensors, count, !digitalRead( irPins[count] ));
}
}
}

```



## Програмний код для прошивки модуля Wi-Fi (ESP-01S):

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DNSServer.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <WiFiClient.h>

String url = "http://ec2-3-72-235-167.eu-central-1.compute.amazonaws.com:8080/api/races/trafficlightstatus";
String payload;
int c;

WiFiClient client;
HTTPClient http;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFiManager wifiManager;
  wifiManager.autoConnect("NodeMcu");
  Serial.println("Connected...");
}

void loop() {
  http.begin(client, url.c_str());
  int httpResponseCode = http.GET();
  if (httpResponseCode > 0) {
    Serial.print("HTTP Response code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
    payload = http.getString();
    Serial.println(payload);
    if (httpResponseCode == 200) {
      if (payload.substring(11,14) == "RED") {
        c = 0;
        Serial.println(c);
      }
      if (payload.substring(11,16) == "GREEN") {
        c = 1;
        Serial.println(c);
      }
    }
  } else {
    Serial.print("Error code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
  }
}
```

### 3.3 Технічні характеристики системи дистанційного керування освітленням

Розроблена автоматизована система керування освітленням характеризується наступними технічними характеристиками:

- модуль пошуку лінії RC-8 Line Follower;
- модуль Wi-Fi ESP-01S;
- мікроконтролери ATmega328P та ESP8266;
- маса пристрою 410 г;

- живлення пристрою 7В-12В;
- габаритні розміри: 175×220×90 мм;

### **3.4 Інструкція з експлуатації автоматизованої системи регулювання дорожнього руху для роботизованого транспортного засобу**

Щоб розпочати роботу з пристроєм з пристроєм потрібно впевнитись в його готовності для використання. При увімкненні пристрою, необхідно пересвідчитись у підключенні пристрою до мережі.

Для цього необхідно під'єднатись пристроєм з якого буде здійснюватися керування, тобто телефон, ПК, або будь-який інший пристрій, що може працювати з Wi-Fi. При підключенні перший раз, це можна зробити через створену Wi-Fi модулем на пристрої точку доступу Wi-Fi, з конкретно заданою назвою (рисунок 3.1). Далі інформація про підключення збережеться в кеш-пам'яті мікроконтролера і підключення буде відбуватись автоматично.

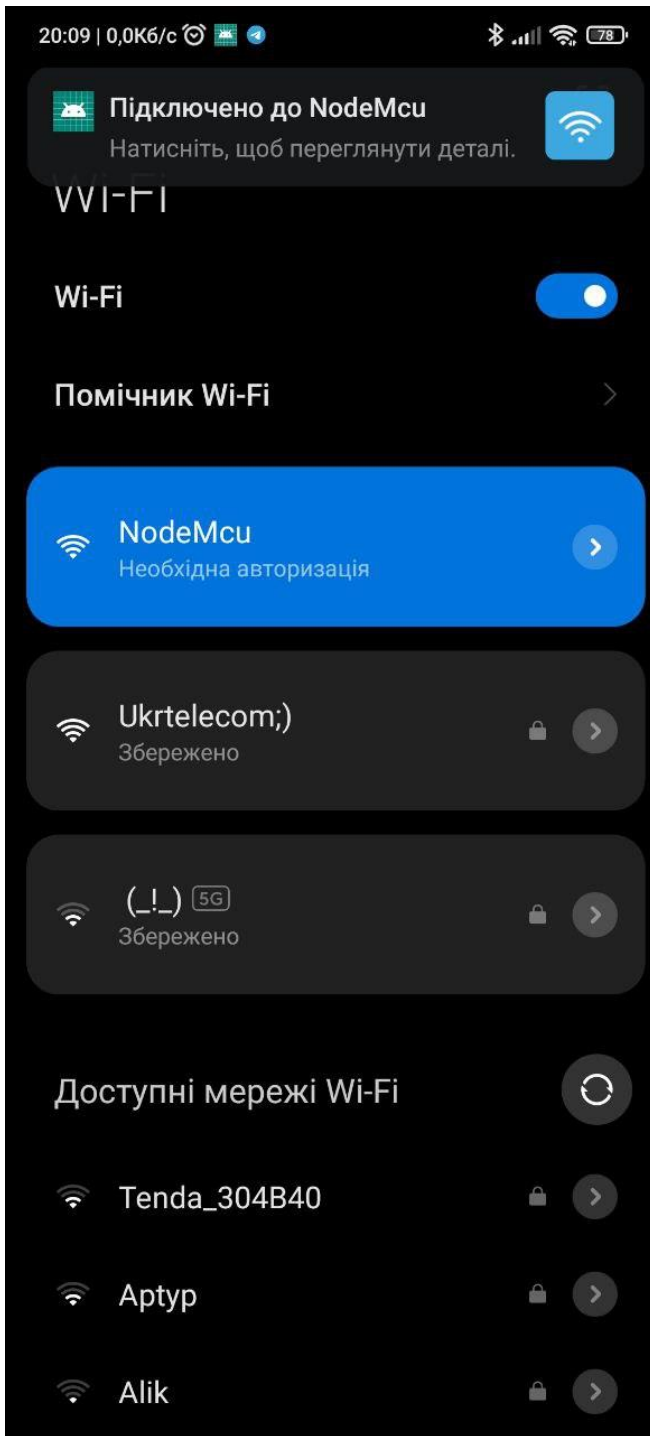


Рисунок 3.1 – Вигляд створеної мережі Wi-Fi модулем пристрою

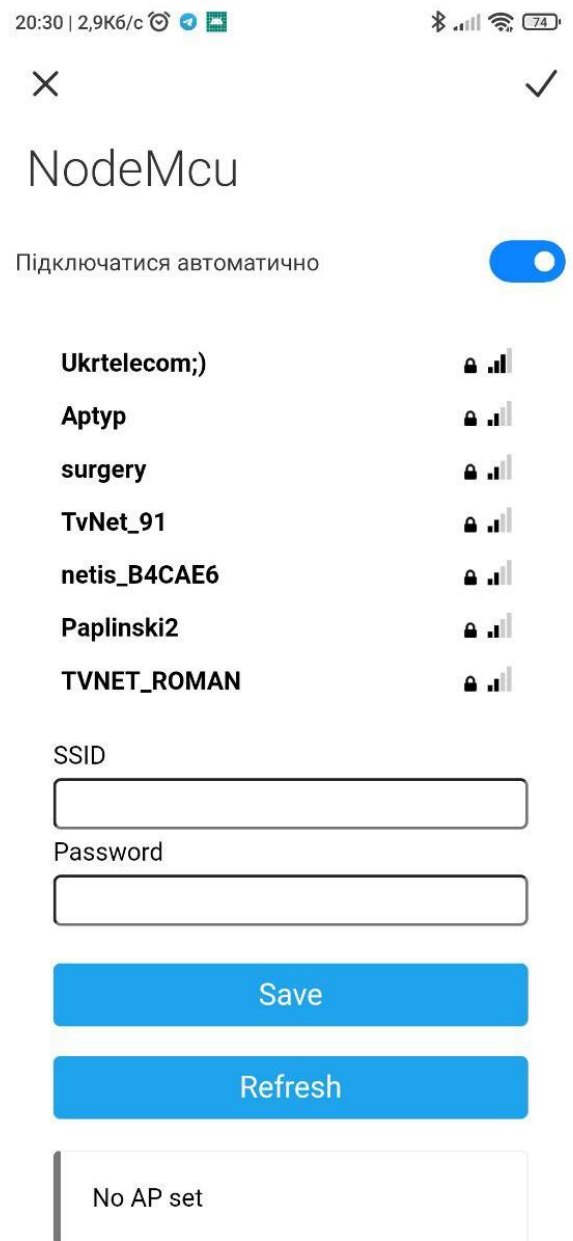


Рисунок 3.2 – Меню налаштувань при підключенні до створеної мережі

На рисунку 3.2 зображено меню керування та налагодження підключення до мережі з можливістю вибрати наявну мережу для доступу до інтернету.

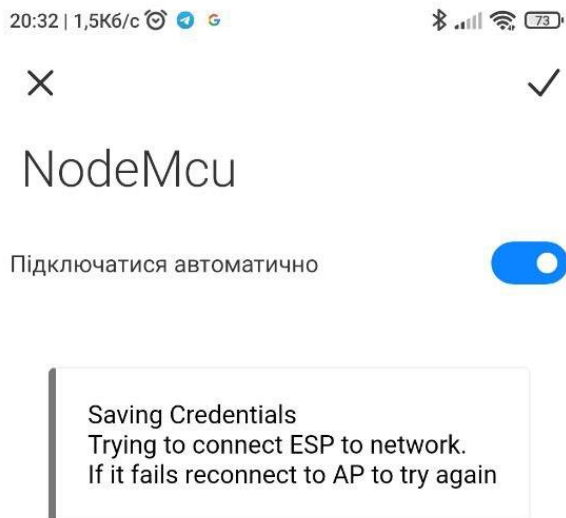


Рисунок 3.3 – Вигляд повідомлення про збереження мережі

Після підключення до наявної мережі, SSID та пароль мережі зберуть в flash-пам'яті мікроконтролера модуля Wi-Fi (рисунок 3.3), що дозволить в подальшому не проводити цю процедуру, при умові не змінювання мережі.

Після підключення і приготування пристрою у робочий стан, необхідно виставити пристрій на частину маршруту для роботизованого транспортногo засобу (рисунок 3.4).

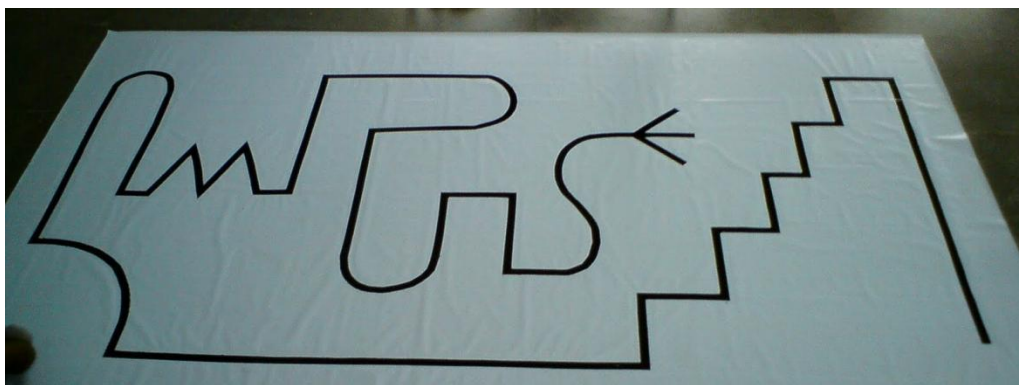


Рисунок 3.4 – Зображення приблизного вигляду маршруту для роботизованого транспортногo засобу

Для подальшого старту руху, необхідно перейти за посилання на вебсторінку для старту (рисунок 3.5).

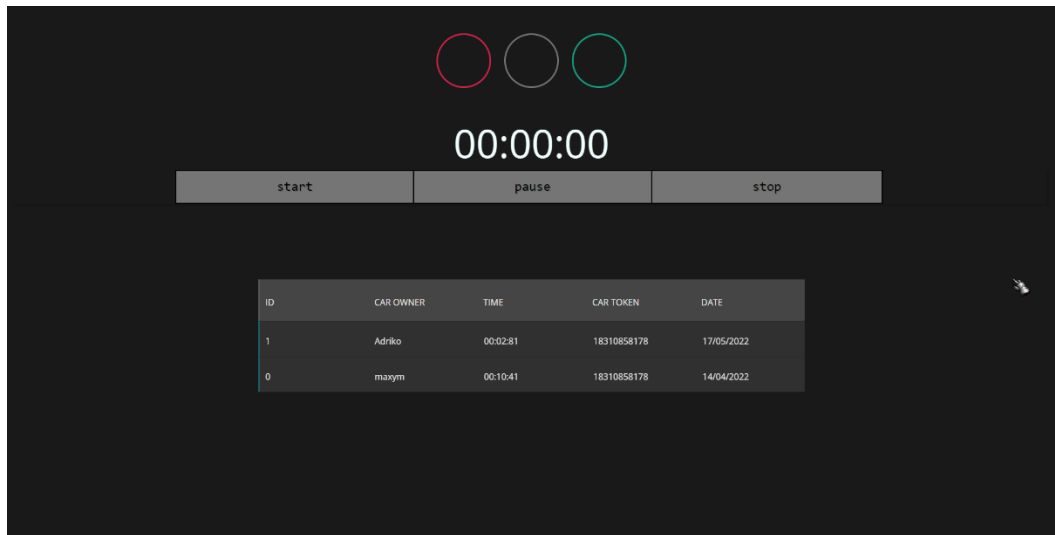


Рисунок 3.5 – Вигляд вебсторінки для старту

З запуском руху, починається відлік секундоміру, що означає процес руху (рисунок 3.6) і пристрій починає пересування по частині маршруту, з врахуванням перешкод. Тобто, при керуванні світлофору через вебсторінку, буде змінюватись поведінка пристрою, згідно написаному програмному коду.

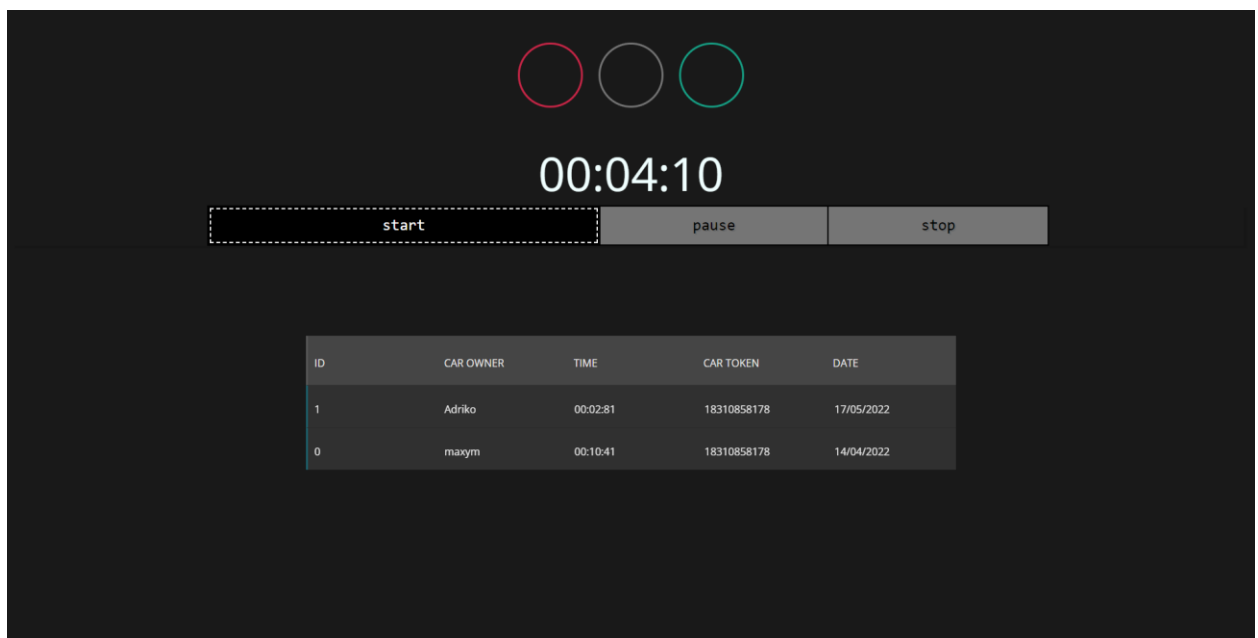


Рисунок 3.6 – Запуск руху з секундоміром

Зображення на рисунках 3.7 та 3.8 кнопок для зміни стану світлофору, які в подальшому будуть впливати на стан світлофору та response-код, що надходитиме на мікроконтролер модуля Wi-Fi.

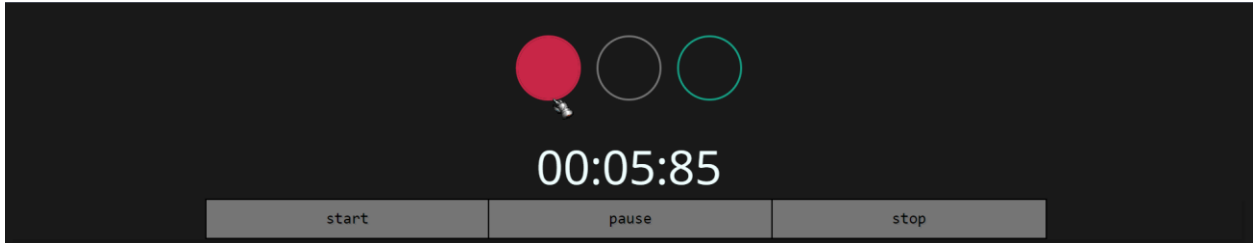


Рисунок 3.7 – Кнопка для зміни кольору на червоний

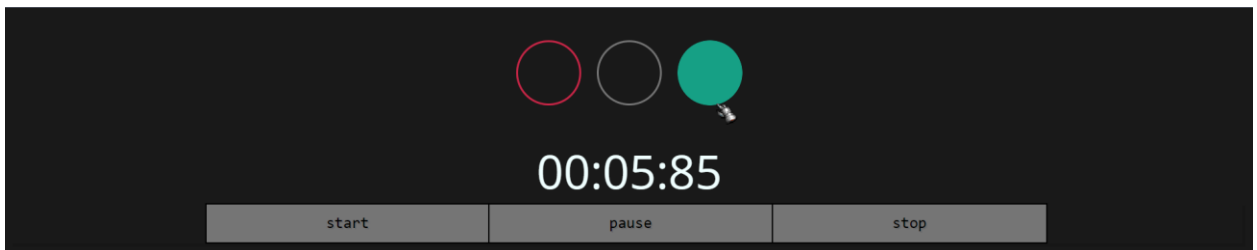


Рисунок 3.8 – Кнопка для зміни кольору на зелений

```
{"status": "RED"}
```

а)

```
{"status": "GREEN"}
```

б)

а) – команда для зміна статусу світлофору на червоний;

б) – команда для зміна статусу світлофору на зелений

Рисунок 3.9 – Код команд для зміни статусу світлофору в різні кольори







## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Електробезпека

Згідно з чинними нормативно-правовими актами електробезпека є системою організаційних та технічних заходів і засобів, що спрямовані на захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля та статичної електрики.

Травми, спричинені дією на організм людини електричного струму і (або) електричної дуги, називають електротравмами. Електротравми можуть виникати як при проходженні, так і без проходження струму через тіло людини, наприклад, внаслідок опіків або засліплення електричною дугою. Явище, що характеризується сукупністю електротравм, прийнято називати електротравматизмом.

У порівнянні з іншими видами виробничого травматизму, електротравматизм має такі характерні особливості:

Людина не в змозі дистанційно, без спеціальних приладів, визначати наявність напруги, а тому дія струму зазвичай є раптовою і захисна реакція організму проявляється тільки після попадання під напругу.

Струм, що протікає через тіло людини, діє на тканини і органи не тільки в місцях контакту зі струмовідними частинами і на шляху протікання, а й рефлекторно, як надзвичайно сильний подразник, впливає на весь організм, що може призвести до порушення функціонування життєво важливих систем організму – нервової, дихальної, серцево-судинної тощо.

Електротравми можливі без дотику людини до струмовідних частин – внаслідок утворення електричної дуги при пробі повітряного проміжку між струмовідними частинами або між струмовідними частинами і людиною чи землею.

Дія електричного струму на живу тканину є різнобічною та своєрідною. Проходячи через організм людини, електричний струм проявляє термічну, електролітичну та біологічну дію.

Термічна дія струму полягає в нагріванні біологічних тканин, випаровуванні вологи, що призводить до опіків окремих ділянок тіла та розриву біологічних тканин паровою. Нагрівання до високої температури органів, розташованих на шляху струму, може спричинити значні функціональні розлади.

Електролітична дія струму виражається в розкладанні органічної рідини, у тому числі крові, та порушенні її фізико-хімічного складу.

Біологічна дія струму полягає у подразненні та збуренні живих тканин організму та порушенні внутрішніх біологічних процесів, що може проявлятися у вигляді мимовільного непередбачуваного скорочення м'язів, порушень діяльності життєво важливих органів, у тому числі серця та легенів.

Електричні травми умовно поділяють на місцеві, загальні та змішані.

До місцевих травм відносять електричні опіки, електричні знаки, металізацію шкіри, механічні ушкодження, електроофтальмію.

Електричні опіки є найбільш поширеними електротравмами. Вони, залежно від умов виникнення, поділяються на контактні, дугові та змішані. Контактні опіки зазвичай трапляються в установках порівняно невеликої напруги і спричинюються тепловою дією струму. Вони охоплюють прилеглі до місця контакту ділянки шкіри та тканин.

Дугові опіки можуть виникати в результаті появи дуги як при випадкових коротких замиканнях в електроустановках між її струмовідними елементами, так і між струмовідними елементами електроустановки і тілом людини при небезпечному наближенні її до цих елементів. Дугові опіки зазвичай значно тяжчі, ніж контактні, і часто призводять до смерті потерпілого.

Електричні знаки – різко окреслені плями сірого чи блідо-жовтого кольору, які з'являються на поверхні тіла людини в місці контакту із струмовідними елементами. Особливого больового відчуття електричні знаки не спричиняють і з часом безслідно зникають.

Металізація шкіри пов'язана з проникненням на відкритих ділянках тіла у шкіру дрібних частинок металу, найчастіше при його розплавлюванні під впливом електричної дуги. Особливо небезпечна металізація для органів зору.

Механічні ушкодження спричиняються неконтрольованим судорожним скороченням м'язів у результаті подразнюючої дії струму. Проявляються у вигляді розривів сухожиль, шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, вивихів суглобів, переломів кісток тощо.

Електроофтальмія – запалення зовнішніх оболонок очей, спричинене дією ультрафіолетового випромінювання електричної дуги. Запалення виникає через кілька годин після опромінення і проявляється у формі почервоніння шкіри та слизових оболонок повік, слъзотечі, гнійних виділень, світлобоязні. Тривалість захворювання 3-5 днів.

До загальних електричних травм відносять електричний удар, при якому процес порушення різних груп м'язів може призвести до судом, зупинки дихання і серцевої діяльності.

Заходи електробезпеки спрямовані на захист людей від ураження електричним струмом, запобігання пожежам та іншим аваріям, пов'язаним з електричними пристроями та мережами. До них належать загальні, технічні, організаційні заходи, захист від статичної електрики, надання першої допомоги при ураженні електричним струмом та додаткові заходи. Загальні заходи електробезпеки включають розробку інструкцій та правил безпеки, проведення інструктажів і забезпечення наявності знаків безпеки. Всі співробітники повинні бути ознайомлені з правилами електробезпеки і проходити регулярне навчання. Нові співробітники повинні проходити вступний інструктаж з електробезпеки. Необхідно також проводити періодичні повторні інструктажі. У місцях, де є ризик ураження електричним струмом, мають бути встановлені відповідні попереджувальні знаки.

Технічні заходи електробезпеки включають заземлення електрообладнання, установку захисних пристроїв, перевірку та технічне обслуговування електрообладнання. Всі металеві частини електрообладнання, що не знаходяться під напругою, повинні бути надійно заземлені. Потрібно використовувати автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення (УЗО) та інші захисні пристрої, які автоматично вимикають живлення при виникненні небезпечних

ситуацій. Стан електричних мереж та обладнання слід регулярно перевіряти, виявляти і усувати несправності.

Організаційні заходи електробезпеки включають контроль доступу, організацію робіт з електрообладнанням, призначення відповідальних осіб. Доступ до електроустановок і щитових приміщень повинен бути обмежений для осіб, які не мають відповідної кваліфікації. Роботи на електрообладнанні слід проводити тільки при відключеному живленні і при наявності дозволу на проведення таких робіт. Відповідальні за електробезпеку особи повинні контролювати виконання правил та вимог електробезпеки.

Захист від статичної електрики включає використання антистатичних пристроїв і заземлення робочих місць. Антистатичні браслети, підстилки і одяг використовуються для захисту від статичної електрики. Робочі місця повинні бути обладнані системами заземлення для запобігання накопиченню статичного заряду.

Перша допомога при ураженні електричним струмом передбачає навчання наданню першої допомоги, наявність медичних засобів і екстрений виклик медичних служб. Всі співробітники повинні знати, як правильно надавати першу допомогу при ураженні електричним струмом. На робочому місці повинна бути аптечка з необхідними медичними засобами для надання першої допомоги. У разі ураження електричним струмом необхідно негайно викликати медичну допомогу.

Додаткові заходи включають ізоляцію проводів і контроль за електроінструментами. Потрібно використовувати якісні ізоляційні матеріали для проводів та кабелів. Регулярна перевірка стану ізоляції електроінструментів і їх справності допоможе запобігти аваріям.

Дотримання цих заходів забезпечує безпеку роботи з електричними установками та пристроями, знижує ризик ураження електричним струмом і запобігає аваріям та пожежам.

## 4.2 Надзвичайний стан

У зв'язку із агресією Росії в бік України, в нашій державі виник надзвичайний стан, який перейшов у стан війни, громадяни повинні бути обізнані та підготовлені до дій у разі виникнення повітряної небезпеки, ракетних та артилерійських обстрілів, а також пожеж. Це знання є критично важливим для забезпечення власної безпеки, захисту близьких та мінімізації ризиків для здоров'я та майна. Нижче наведено детальний алгоритм дій у різних надзвичайних ситуаціях, який допоможе вам правильно реагувати та діяти у випадку небезпеки.

Алгоритм дій у разі повітряної небезпеки:

- встановіть відповідний мобільний додаток, який сповіщає про повітряну небезпеку;
- не нехуйте сигналом «повітряна тривога»;
- вимкніть джерело живлення, закрийте воду й газ, загасіть пічне опалення.
- візьміть документи, гроші, медичну аптечку, предмети першої необхідності, необхідні речі, продукти та питну воду;
- попередьте про небезпеку сусідів, за необхідності надайте допомогу дітям та людям похилого віку;
- якнайшвидше дійдіть до захисної споруди або сховайтеся на місцевості.
- якщо залишаєтесь вдома, пам'ятайте про «правило двох стін»;
- дотримуйтеся спокою й порядку, без крайньої необхідності не залишайте безпечного місця перебування;
- слідкуйте за офіційними повідомленнями;

Дії під час ракетних та артилерійських обстрілів:

- ракетна зброя пристосована для запуску з літаків, наземних пускових установок, військових кораблів, підводних човнів. Має звичайну або ядерну боєголовку;
- про початок обстрілу можна дізнатися, почувши віддалені звуки пострілів, гуркіт та спалахи впуску ракет;

- артилерійський обстріл здійснюється з танків, самохідних артилерійських установок, реактивних систем залпового вогню, штурмових гармат, ствольних артилерійських систем;
- якщо ви почули свист снаряду (шурхіт), а через 2-3 секунди – вибух, одразу падайте на землю. Не панікуйте! Швидко і уважно озерніться довкола та знайдіть місце, де можна сховатися надійніше;

#### Дії на вулиці:

- негайно лягайте на землю (канаву, яму), щільно притуліться до якогось виступу: бордюру, клумби, забору або бетонної конструкції та накрийте шию та голову руками;
- закрийте долонями вуха і широко відкрийте рот – це врятує від контузії, акустичного удару, ушкодження барабанних перетинок;
- перечекайте;
- прийняти лежачу позицію необхідно для зниження шансу влучення осколків;

#### Дії у транспорті:

- якщо обстріл застав вас у маршрутному таксі, трамваї, тролейбусі – вимагайте негайної зупинки транспорту, відбіжіть від дороги в протилежному напрямку від багатоповерхівок та промислових об'єктів і ляжте на землю;
- озирніться і знайдіть більш надійне укриття неподалік;
- якщо перші вибухи застали вас в автомобілі: негайно зупиніть машину, відбіжіть якомога далі від дороги і швидко шукайте укриття;

#### Дії у будівлі:

- негайно зійдіть у підвал. Якщо підвал відсутній або зачинений, зайдіть до сусідів на першому поверсі. Чим нижче спуститися, тим безпечніше;
- якщо обстріл застав вас у будинку зненацька і не лишилося часу зреагувати, швидко йдіть в кімнату віддалену від напрямку, звідки ведеться обстріл. Лежачи або сидячи притуліться до несучої стіни, не стійте напроти;

- найчастіше осколки потрапляють у приміщення через вікна. Якщо є можливість, заклейте скло вікон скотчем або забарикадуйте шафами, це врятує від уламків скла. Якщо обстріли є постійними, необхідно забарикадувати вікна мішками з піском, важкими меблями, речами;
- у приватних будинках можна використовувати льох, але врахуйте, що його може завалити. Тому залиште у будинку на видному місці великий помітний плакат із інформацією про ваше місцезнаходження під час обстрілів і розташування льоху;

Після закінчення обстрілу:

- зачекайте приблизно 10 хвилин;
- обережно підніміться, уважно огляньте місцевість навколо себе, пересувайтесь не кваплячись та уважно оглядайте маршрут руху, ноги ставте на вільну від уламків поверхню;
- не піднімайте з землі жодних незнайомих вам предметів! Бойові елементи зазвичай розриваються під час падіння, але можуть вибухнути й пізніше, у руках – від найменшого руху або дотику;

Дії у разі виникнення пожежі:

- негайно повідомте Державну пожежну охорону за телефоном 101, вказавши при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- евакуація та запобігання розповсюдженню пожежі;
- вживте відповідних заходів щодо евакуації людей;
- відключіть електроенергію (за винятком систем протипожежного захисту), зупиніть системи вентиляції в аварійному і суміжних з ним приміщеннях (за винятком пристроїв протидимового захисту) та здійсніть інші заходи, що сприяють запобіганню розвитку пожежі й задимленню будівлі;
- викличте швидку медичну допомогу та інші аварійно-рятувальні служби за необхідності;
- вживте (за можливості) заходів щодо гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

Уражаючі фактори під час пожежі:

- величина теплового потоку: в осередку пожежі температура досягає декількох тисяч градусів;
- сильне задимлення;
- токсичні речовини, які утворюються в процесі згорання;

Рекомендації щодо правил поведінки при пожежах:

- остерігайтеся високої температури, задимленості і загазованості, вибухів, падіння дерев та будівель, провалів у прогорілий ґрунт;
- якщо є можливість вийти з приміщення, де сталася пожежа, через двері, рятуйтеся самі і допоможіть іншим;
- перш ніж визирнути в коридор, торкніться тильним боком долоні ручки вхідних дверей. Якщо вона гаряча, не відчиняйте – там пожежа; якщо ручка дверей холодна, визирніть в коридор. Коли там вогонь або багато диму, зачини двері; якщо диму небагато і він іде знизу, це означає, що пожежа на нижніх поверхах. Поверніться в приміщення, затуліть щілини під дверима (ліпше вологими ганчірками);
- двері в задимлене приміщення треба відчиняти обережно, щоб запобігти спалаху полум'я;

Застосування заходів електробезпеки, таких як заземлення обладнання, використання захисних пристроїв та проведення регулярних інструктажів, значно знижує ризик ураження електричним струмом. Завдяки цим заходам можна уникнути серйозних електротравм, забезпечити надійну роботу електроустановок та зменшити ймовірність виникнення пожеж і аварій, пов'язаних з електрообладнанням.

Знання алгоритмів дій під час повітряної небезпеки, ракетних та артилерійських обстрілів, а також при пожежах, дозволяє громадянам ефективно захищати себе та своїх близьких. Вчасна евакуація, правильне використання укриттів та дотримання правил безпеки допомагають мінімізувати ризики для здоров'я та життя, а також зменшити матеріальні збитки під час надзвичайних ситуацій.



## ВИСНОВКИ

Під час роботи над дипломним проектом, безпосередньо розроблюючи роботизований транспортний засіб з автоматичною системою виявлення перешкод, було здобуто певний досвід для розуміння елементарної бази знань в даній сфері з перспективою розвивати даний напрямок. Засвоєно практичні навички для роботи та розроблення роботизованих засобів та забезпечення їх роботи з іншими системами керування та іншими.

Використане програмне забезпечення, українського виробника, для створення схеми принципової структурної, схеми електричної принципової та алгоритм роботи роботизованого транспортного засобу за участі автоматизованої системи виявлення перешкод.

В процесі роботи для написання програмного коду використовувались середовища Arduino IDE та Visual Studio Code з додатковим розширенням для роботи та прошивки мікроконтролерів на базі Arduino, а саме ATmega 328P.

Аналізовано особливості предметної області з описанням поставлених задач на даний дипломний проект, таких як методи і засоби розпізнавання перешкод та реалізація зв'язку розроблюваного транспортного засобу з сервером та інші.

Виконуючи економічну частину були зроблені розрахунки за формулами для підсумування вихідних значень розроблення програмного продукту і фізичного пристрою, та врахування оптимальних витрат з висновками про доцільність продукту.

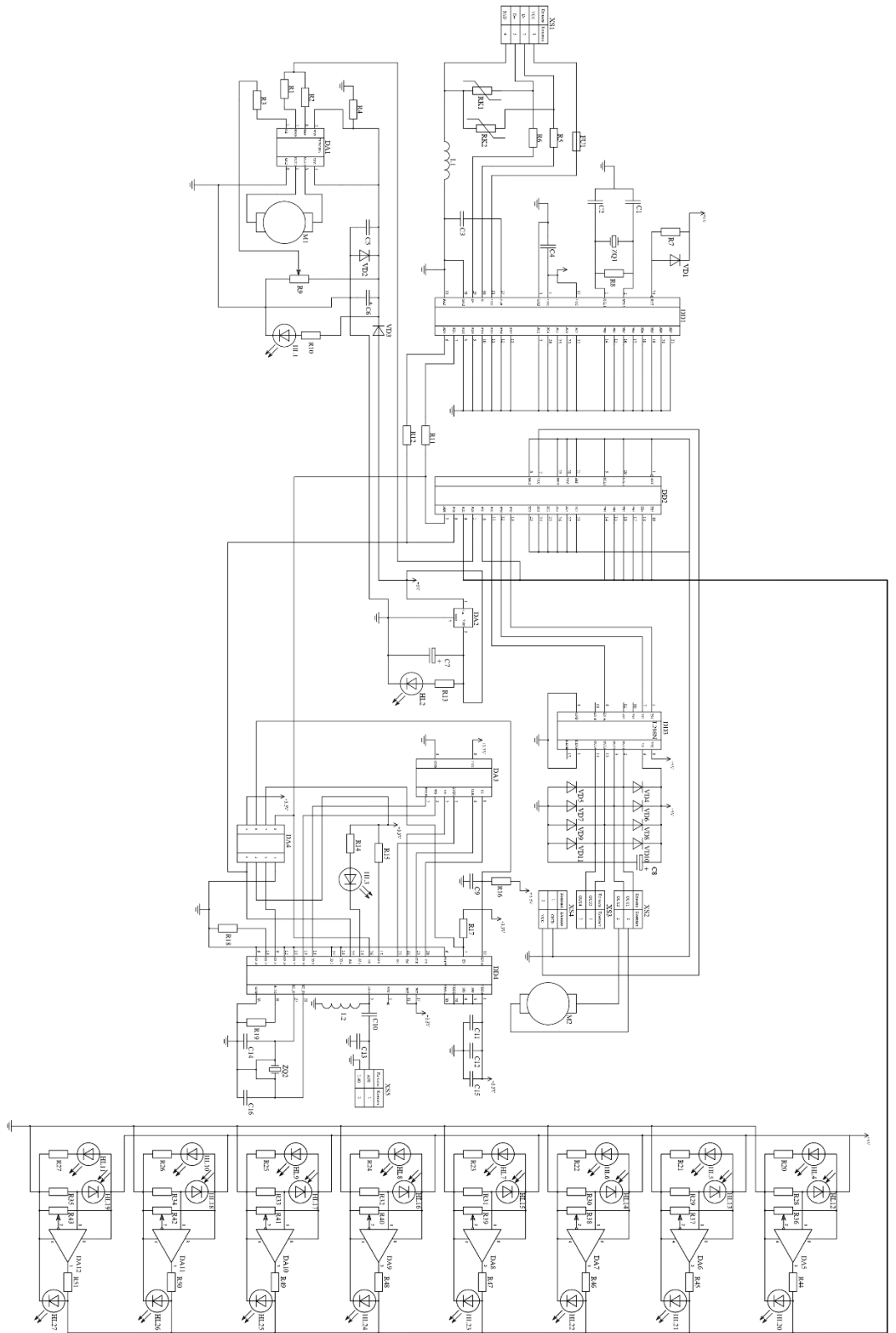
Завдяки експериментальній частині, здобуто вміння чітко розписати інструкцію експлуатації з параметрами пристрою, та частиною замірів, що відповідають напрямку використання приладу. В економічній частині, було визначено загальну вартість товару та його доцільність на ринку з урахуванням конкуренції та інших складових щодо масового виробництва. Також згадувались правила та вимоги охорони праці на виробництві з подальшою вирішеною поставленою задачею.

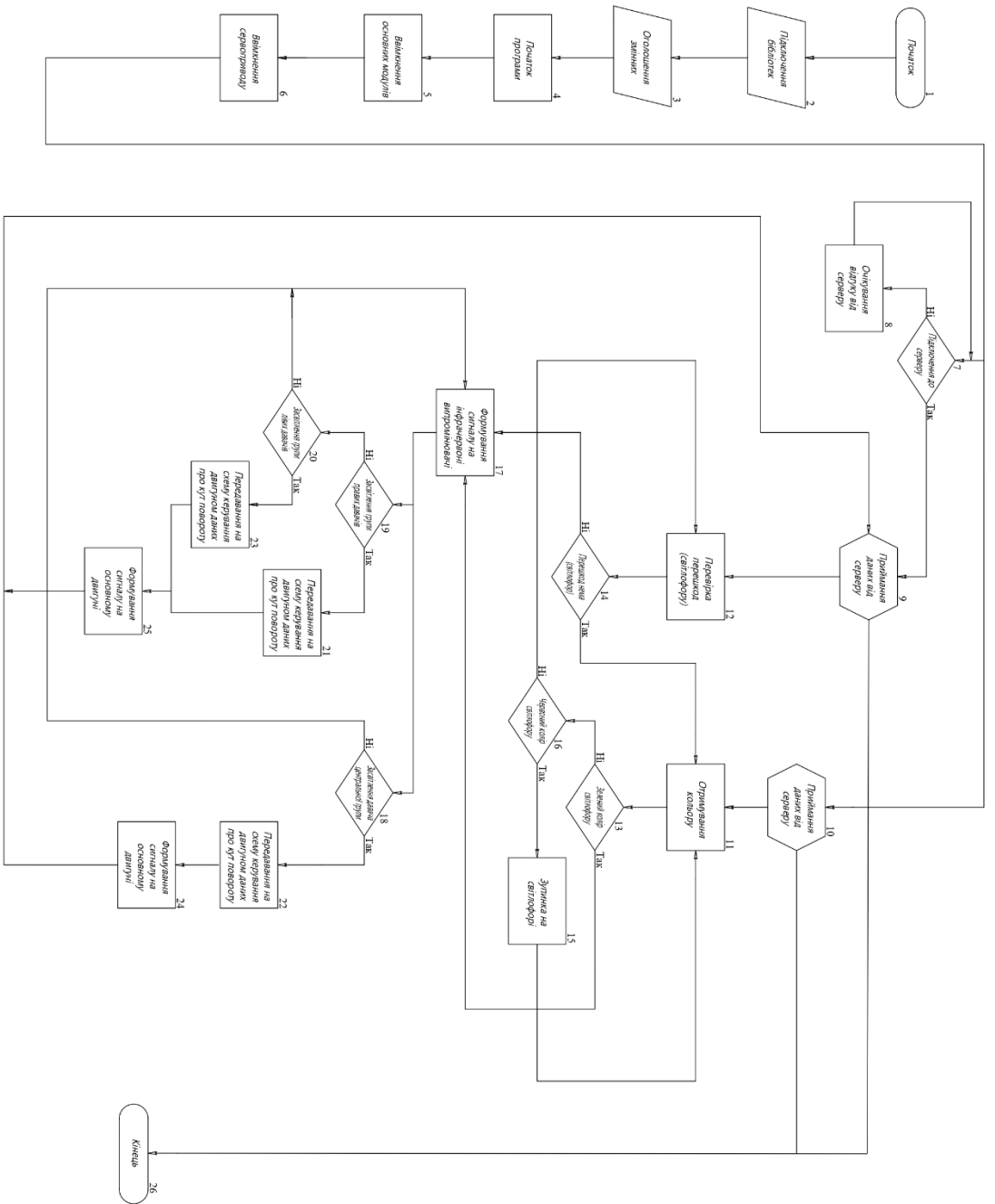
Під час виконання дипломного проєкту, було набуто практичних та теоретичних вмінь, для виконання поставлених задач та збагаченню їх. Завдяки цим навичкам, розроблено структурні електричну та принципову схеми, описавши їх принцип дії. Описано принцип їх поєднання додаткових зовнішніх модулів з використанням програмно написаного коду до мікроконтролера на базі Arduino. Для розроблення роботизованого транспортного засобу з автоматичною системою виявлення перешкод, були використані наступні середовища: для написання пояснювальної записки Microsoft Office 2019, для створення графічних моделей схем BricsCad та Visual Studio Code – Platform.io, Arduino IDE.

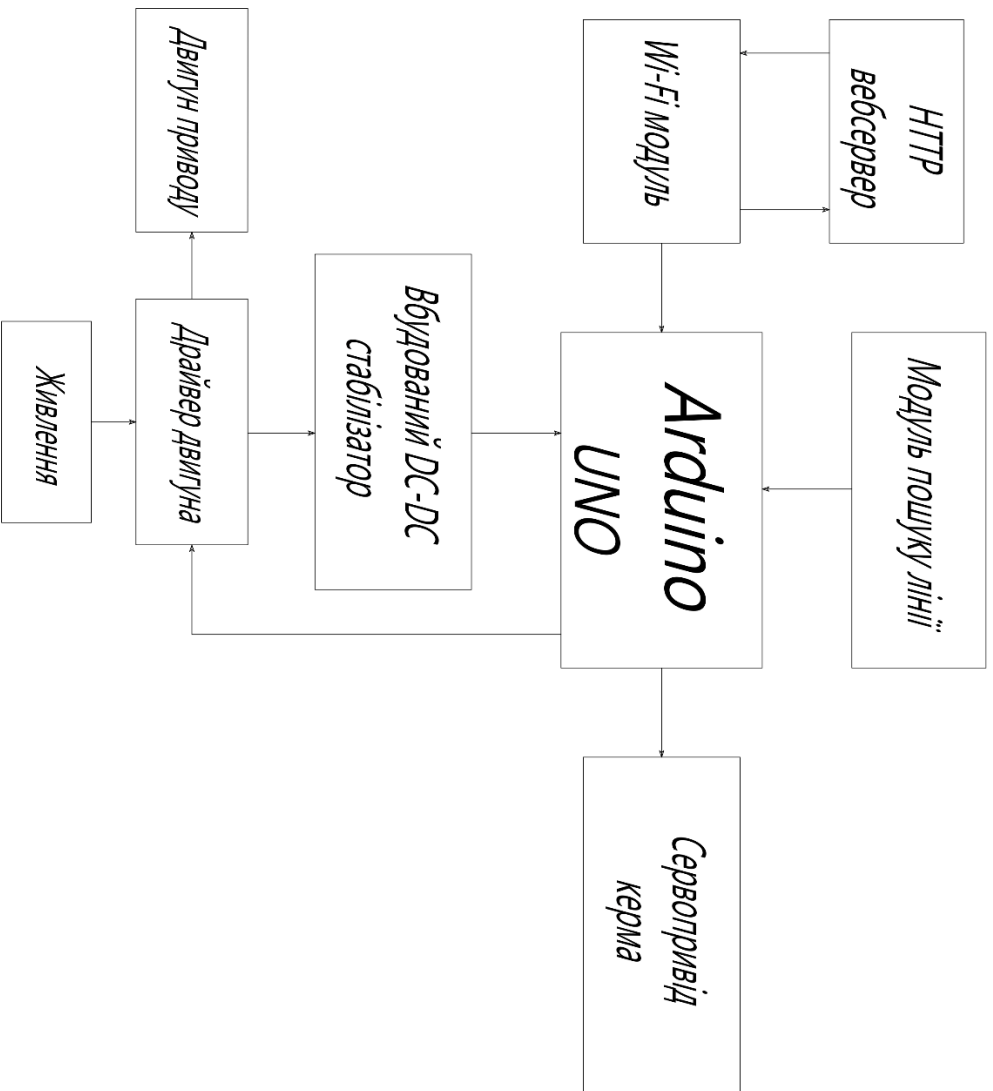
## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт Arduino [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [\[https://www.arduino.cc\]](https://www.arduino.cc).
2. В.С.Баран, Г.Г.Власюк, Ю.О.Оникієнко, О.І.Смоленська Основи Мікропроцесорної техніки – Лабораторний практику. Київ КПІ ім.Ігоря Сікорського 2019 – 140 с.
3. Аронець О. В. Arduino для початківців. — Івано-Франківськ «Симфоніяфорте» 2018 – 192 с.
4. Reading and Writing 1-Wire® Devices Through Serial Interfaces [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [\[https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/74\]](https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/74).
5. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. Мехатроніка - Навчальний посібник. – К., 2017. - 357 с.
6. Harashima F. Mechatronics - what is it, why and how? / F. Harashima, M. Tomizuka, T. Fukuda // IEEE/ASME Transaction on Mechatronics. – vol.1. – № 1. – 2021. – P. 34-42.
7. Головка В.М. Теоретичні основи автоматизації: Курс лекцій / В.М. Головка. – Ніжин. – 2017. – 104 с.
8. Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І., Синявський О.Ю., Войтюк Д.Г. Лисенко В.П. Електропривод: підручник (за ред. Лавріненка Ю.М.). – К.: вид-во Лір-К., 2018. – 504 с.
9. Іванов А.О. Теорія автоматичного керування А.О. Іванов. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2017. – 250 с.
10. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник 2-е вид. / За ред. Ф.Г. Соскова – К.:Каравела, 2018. – 416с.
11. 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.
12. Основи охорони праці : підручник / В. Ц. Жидецький. — 5-те вид., доповн. — К. : Знання, 2014. — 373 с.

13. Інструкції з безпеки життєдіяльності під час дії воєнного стану [Електронний ресурс] / О. В. Землянська; КПШ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 0,98 Мбайт). – Київ: КПШ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 56 с.







<i>Поз. позн</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
	<u><i>Конденсатори</i></u>		
C1, C2	<i>C0402N220J500NU 22нФ 50В Hitano</i>	<i>2</i>	
C3	<i>0402X105K063NU 1мкФ 6.3В Hitano</i>	<i>1</i>	
C4	<i>C0402X104K500NU 100нФ 50В Hitano</i>	<i>1</i>	
C5	<i>CL05B104K05NNNC 0.1нФ 16В - Samsung</i>	<i>1</i>	
C6	<i>EZV470M16RC 47мкФ 16В Hitano</i>	<i>2</i>	
C7, C8	<i>CS1V221M-CRF10 220нФ 35В FJC</i>	<i>2</i>	
C9, C12	<i>TAJB106K016RNJ 12нФ AVX</i>	<i>2</i>	
C10	<i>TAJB106K016RNJ 8,6нФ AVX</i>	<i>1</i>	
C11	<i>TAJB106K016RNJ 100нФ AVX</i>	<i>1</i>	
C13	<i>TAJB106K016RNJ 2,4нФ AVX</i>	<i>1</i>	
C14, C16	<i>TAJB106K016RNJ 5,6нФ AVX</i>	<i>2</i>	
C15	<i>TAJB106K016RNJ 10нФ AVX</i>	<i>1</i>	
	<u><i>Мікросхеми</i></u>		
DA1	<i>TLE4209A Infineon Technologies AG</i>	<i>1</i>	
DA2	<i>78M05 STMicroelectronics</i>	<i>1</i>	
DA3	<i>W25Q32 Winbond Electronics</i>	<i>1</i>	
DA4	<i>Header 4X2A Texas Instruments</i>	<i>1</i>	
DA5- DA12	<i>LM358 STMicroelectronics</i>	<i>8</i>	
DD1	<i>ATmega328P-PU Atmel</i>	<i>1</i>	
DD2	<i>ATmega16U2-MU(R) Atmel</i>	<i>1</i>	
DD3	<i>L298N STMicroelectronics</i>	<i>1</i>	
DD4	<i>ESP8266EX Espressif Systems</i>	<i>1</i>	
FU1	<i>MF-MSMF050-2 500mA Bourns</i>	<i>1</i>	



Поз. позн.	Найменування	Кіл.	Примітка
HL1,HL2	Індикатор KP-2012ID Kingbright	2	
HL3	Світлодіод KT-SMD0805-B Kento	1	
HL4-HL11, HL20-HL27	Світлодіод HI-1608L-DGM-T Hitano	16	
HL12-HL19	Фотодіод GNL-5012PD G-Nor	8	
L1	BLM21 Murata	1	
L2	BLM21 1,5 nH Murata	1	
M1, M2	Двигун біполярний кроковий	2	
	<u>Резистори</u>		
R1-R3	RC0402JR-47KR 47 кОм Hitano	3	
R4	RC0402FR-100KR 100 кОм Hitano	1	
R5, R6	RC0402JR-22R 22 Ом Hitano	2	
R7	PVZ3A 10 кОм Murata	1	
R8	RL0402JR-0R1 0,1 Ом Hitano	1	
R9, R11-R13	RC0402JR-1KR 1 кОм Hitano	4	
R10	RC0402JR-2K2R 2.2 кОм Hitano	1	
R14-R19	SMD-резистор 0603 12кОм Royal Ohm	6	
R20-R27	RC0805JR-0R 100 Ом Hitano	8	
R28-R43	RC0805FR-10KR 10 кОм Hitano	16	
R44-R51	SIP10G331A 330 Ом Hitano	8	
RK1,RK2	CG0603MLC-05E Bourns	2	
	<u>Напівпровідники</u>		
VD1	Діод CD1206-S01575 Bourns	1	
VD2, VD3	Діод 1N4007 Diotec	2	
VD4-VD11	Діод 1N5817 ST Microelectronics	1	



