

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

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Комп'ютеризована система керування

електросамокатами з попередженням їх зіткнень

Виконав: студент IV курсу, групи СІс-42

спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Мостовий В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Баран І.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль -2024

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

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.
(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Мостовому Василю Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система керування
електросамокатами з попередженням їх зіткнень

Керівник роботи Баран Ігор Олегович., к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «26» 04 2024 року № 4/7-468

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06. 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

1. Аналіз технічного завдання.

2. Проектна частина.

3. Практична частина.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки

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

1. Схема роботи електросамокату

2. Схеми автоматичного керування та регулювання

3. Під'єднання ультразвукового датчика відстані HY-SRF05 до Arduino

4. Під'єднання дисплею до плати Arduino UNO

АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень // Кваліфікаційна робота бакалавра // Мостовий Василь Олександрович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІс-42 // Тернопіль, 2024 // с. – 52, рис. – 33, табл. – 2, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 22.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОСАМОКАТ, КОНТРОЛЕР, ДВИГУН-КОЛЕСО, УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ДАВАЧ, РЕГУЛЮВАННЯ, ARDUINO

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню системи управління електричними самокатами із забезпеченням попередження про їх зіткнення.

Проведено огляд предметної галузі дослідження, вивчено існуючі аналоги та сформовано вимоги до контролерів системи управління електросамокату, включно із регулюванням швидкості руху.

Описані функціональні можливості системи запобігання зіткненням електросамокатів. Досліджено особливості процесу забезпечення автоматичного регулювання дистанції. До складу системи керування додатково введено контролер для реалізації додаткового функціоналу - відображення швидкості руху транспортного засобу на дисплеї. Також забезпечено можливість додаткового розширення операційних функцій контролера при допомозі під'єднання інших пристроїв системи управління електросамокатом. Досліджено спеціальні давачі для уникнення зіткнення електросамокату.

В результаті було розроблено систему додаткового керування електросамокатом, що реалізує весь задуманий функціонал.

ANNOTATION

Computerized control system for electric scooters with collision prevention // Bachelor thesis // Mostovyi Vasyl // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Systems and Nets // Ternopil, 2024 // p.- 52, fig. – 33, table. – 2, Sheets A1 – 4, Ref. – 22.

Keywords: ELECTRIC SCOOTER, CONTROLLER, WHEEL MOTOR, ULTRASONIC SENSOR, ADJUSTMENT, ARDUINO

The qualification work deals with the improvement of the control system of electric scooters with the provision of warning about their collision.

An overview of the subject field of research was conducted, existing analogues were studied, and requirements for the controllers of the electric scooter control system, including speed control, were formed.

Functional capabilities of the collision prevention system of electric scooters are described. Peculiarities of the process of providing automatic distance adjustment were studied. The control system additionally includes a controller for the implementation of additional functionality - displaying the speed of the vehicle on the display. The possibility of additional expansion of the operational functions of the controller with the help of connecting other devices of the electric scooter control system is also provided. Special sensors for avoiding a collision of an electric scooter have been studied.

As a result, a system of additional control of the electric scooter was developed, which realizes all the intended functionality.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	11
1.1 Опис електросамокату	11
1.2 Види електросамокатів за типом приводу.....	13
1.3 Схема роботи електросамокату	15
1.4 Принцип роботи контролера.....	16
1.5 Під'єднання контролера електросамокату	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	21
2.1 Функціональні можливості системи запобігання зіткненням електросамокатів	21
2.2 Управління від ЕОМ	22
2.3 Автоматичне регулювання	23
2.4 Давач САРД G259	25
2.5 Готові технічні рішення для складання електросамокату	32
2.6 Демонстраційний набір.....	33
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	35
3.1 Система з ультразвуковим давачем відстані	35
3.2 Застосування Arduino Uno.....	37
3.3 Під'єднання додаткового пристрою.....	39
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	45
4.1 Соціальне значення охорони праці	45
4.2 Методи боротьби з монотонністю праці на виробництві	46
ВИСНОВКИ.....	50

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Мостовий В.О.				Лім.	Арк.	Аркушів		
Керівник.	Баран І.О.								
Реценз.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42				
Н. Контр.									
Затверд.	Осухівська Г.М								

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 51

ДОДАТКИ

Додаток А Технічне завдання

Додаток Б. Скетч

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

CAN (Controller Area Network) – інтерфейс, або система цифрового зв'язку керування електричними пристроями транспортного засобу.

ДТП – дорожньо-транспортна пригода.

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПК – персональний комп'ютер.

РК – рідко-кристалічний.

САР – система автоматичного регулювання.

САРД – система автоматичного регулювання дистанції.

ТАУ – теорія автоматизованого управління.

ТЗ – транспортний засіб.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

На сьогоднішній день електричні самокати стали досить широко вживаними. Пов'язано це з тим, що електросамокат є зручним засобом пересування по населених пунктах (чи то велике місто, чи то невелике село), і найголовніше, це екологічно чистий вид транспорту, відносно безшумний і простий в управлінні, здатний швидко та економічно здійснювати перевезення людей та доставку невеликих вантажів (наприклад пошта, малогабаритні товари) [1]. На ринку транспортних засобів представлена велика кількість самих електросамокатів, так і комплектуючих до них, за допомогою яких можна самостійно зібрати електросамокат.

Безпека учасників руху на дорозі – найважливіший фактор, якому приділяють увагу більшість виробників ТЗ. Система автоматичного гальмування є одним із основних елементів системи безпеки ТЗ для запобігання зіткненням. Вона є надзвичайно важливим асистентом, оскільки здатна миттєво оцінити складність ситуації, що виникла на дорозі, і прийняти відповідне рішення про її виправлення. Напевно багатьом водіям знайома ситуація, коли перед транспортним засобом на дорозі різко з'являється пішохід або якась інша перешкода, здатна спровокувати ДТП з непередбачуваними наслідками. Саме в таких випадках асистент, що дозволяє запобігти зіткненню, є незамінним. Кожен виробник по-своєму реалізує цей сервіс, проте принцип його дії абсолютно однаковий у всіх випадках.

Наявність системи автогальмування, здатної запобігти зіткненням, є надзвичайно важливим моментом. Основним завданням подібного сервісу є оцінка ситуації на дорозі, розпізнавання всіх об'єктів, дорожньої розмітки, попередження водія про те, що відстань між ТЗ та іншим об'єктом різко скорочується і може призвести до негативних наслідків у вигляді різних світлових та звукових сигналів. Якщо водій жодним чином не відреагував на це повідомлення, то асистент здатний самостійно прийняти рішення про активацію автогальмування, щоб уникнути ДТП. Особливо важливим подібний сервіс є у

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тому випадку, коли непередбачена ситуація виникла спонтанно і у водія просто не залишається часу на реальну, тверезу оцінку стану справ на дорозі. Незважаючи на те, що даний сервіс є досить новим та молодим, його постійне вдосконалення та здатність допомогти запобігти аварії або мінімізувати її. Наслідки є надзвичайно важливими.

Як правило, система автогальмування може допомогти у таких випадках:

- водій втратив концентрацію за кермом та не встиг відреагувати на виникнення позаштатної ситуації;
- на дорозі дуже погана видимість (туман, сліпуче сонце, хуртовина, дощ);
- несподівана ситуація внаслідок появи пішохода або іншої перешкоди перед ТЗ, або різке гальмування автотранспорту, що знаходиться попереду.

Мета роботи – спроектувати конструкцію системи додаткового управління електросамокатом та розробити систему запобігання зіткненням електросамокатів.

Завдання, необхідні для досягнення даної мети:

- вивчити будову електросамокату;
- вивчити види комплектів керування електросамокатів для самостійного збирання;
- спроектувати систему додаткового керування електросамокатом;
- дослідити наявні системи регулювання швидкості та автогальмування;
- вивчити схеми під'єднання систем;
- розробити (вибрати) відповідну систему;
- реалізувати схему із вбудованим давачем.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Опис електросамокату

Електросамокат - це самокат, котрий обладнаний акумуляторною батареєю та електричним двигуном, котрий і приводить пристрій в рух (рис. 1.1). Це головні елементи, від яких залежать пробіг на одному заряді та максимальна швидкість. Завдяки цьому постійні відштовхування ногою та застосування фізичної сили втрачають свою необхідність у процесі пересування з одного пункту до іншого [1].



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд електросамокату

Основні переваги електросамокату - це його невелика вага (в середньому близько 10-15 кг), компактність, ходові характеристики та швидкість (у середньому до 30 км/год). Електросамокат є простим і зрозумілим в управлінні, як і простий самокат. А можливість його використання при відсутності заряду

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Мостовий В.О.</i>						
<i>Керівник.</i>		<i>Баран І.О.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М</i>						
						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42</i>		

як звичайного самокату дає додаткову перевагу перед іншими видами персонального електротранспорту [2].

До основних елементів електросамокату відносяться (рис. 1.2):

- кермо (з розташованими на ньому важелями газу та гальма, дисплей);
- телескопічна рульова стійка (з регулюванням керма за висотою);
- дека (або платформа), на якій стоїть особа (найчастіше всередині якої розташована акумуляторна батарея);
- два колеса [3].



Рисунок 1.2 – Структурний опис конструкції електросамокату

Складові частини звичайної комплектації електросамокату:

- міцна металева рама;

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- електродвигун;
- акумуляторна батарея;
- дека з платформою для ніг та внутрішнім відсіком, призначеним для зберігання акумуляторної батареї та контролера;
- кермо з елементами керування: запалення, перемикання швидкостей, ручки газу та гальма;
- два колеса з амортизацією на одному або обох, для зручнішої поїздки;
- гальма (зазвичай, на задньому колесі).

Гальма можуть бути барабанним, дисковим або кліщовим. Самокати гальмують завдяки приводу на кермі за допомогою ручки.

В окремих моделях сучасних самокатів є інші опціональні частини: бортовий комп'ютер з дисплеєм, сидіння, багажник, вимірювальні пристрої (спідометр, одометр), фари, поворотники, дзеркала заднього виду [4].

Можна виділити три основні категорії цих пристроїв (залежно від їх потужності):

- для дітей (90-100 Вт);
- для підлітків (150-250 Вт)
- для дорослих (більше 350 Вт).

У міських умовах електросамокати стали реальною альтернативою велосипедам. Двигун цього пристрою в найпопулярніших і найсучасніших моделях, вбудований у колесо. Є й моделі з приводами (ланцюговими та пасовими), але зручність двигуна колеса полягає в тому, що у разі поломки його можна просто замінити.

1.2 Види електросамокатів за типом приводу

Ланцюговий привід електросамокату є його класичною конструкцією, в якій крутний від електродвигуна передається на колесо через ланцюгову передачу аналогічно до будови роботи ланцюгових транспортних засобів. Переваги електросамокатів з ланцюговим типом приводу [3]:

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- потужність двигуна;
- здатність їздити бездоріжжям.

Наявність потужного двигуна дозволяє долати позашляхові покриття, оскільки вимоги до якості дорожнього покриття зменшуються. Для захисту двигуна та редуктора використовують герметичний короб поряд з віссю, в який вони поміщаються (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Електросамокат з ланцюговим приводом

Привід типу двигун-колесо, коли двигун встановлений безпосередньо в одному з коліс, є сучасним рішенням експлуатації електросамокату. Переваги такого типу приводу перед ланцюговим:

- відсутність ланцюга - вразливої ланки у конструкції;
- просте обслуговування.

Такий тип приводу має меншу вагу та актуальний зовнішній вигляд, простий у зберіганні та транспортуванні. Недолік використання такого типу приводу полягає в обмеженні потужності двигуна-колеса, вона не може перевищувати 500 Вт. Такої потужності двигуна достатньо для пересування рівними дорогами міського середовища, а ось для замських поїздок він не призначений (рис, 1.4).

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4 – Електросамокат із приводом на двигун-колесі

Існує 2 типи двигун-коліс:

- безредукторні двигун-колеса мають надійно зафіксовані обмотки на осі, магнітне поле яких змушує рухатися маточину з постійними магнітами. Надійна та невибаглива в експлуатації конструкція такого типу дає найбільший з можливих ККД та потужність. Її недолік: громіздкість і чимала вага самокату;
- з планетарним редуктором — більш легка та компактна альтернатива. Самокат із таким приводом не стикається з опором обертанню через самоіндукцію на швидкостях понад 15 км/год.

1.3 Схема роботи електросамокату

Розглянемо детально будову електросамокату, використовуючи схему, наведену на рис. 1.5.

Двигун електричного самокату приводиться в дію енергією від акумулятора, параметри роботи задаються контролером, залежно від його внутрішньої будови. Електроніка «орієнтується» на позицію держака акселератора, даних з датчиків – наприклад, гіроскопа. Від двигуна момент обертання передається на колеса. Сучасні моделі самокатів мають функцію зворотного зв'язку або рекуперації (властивість частково відновлювати енергію, що виділяється при гальмуванні).

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

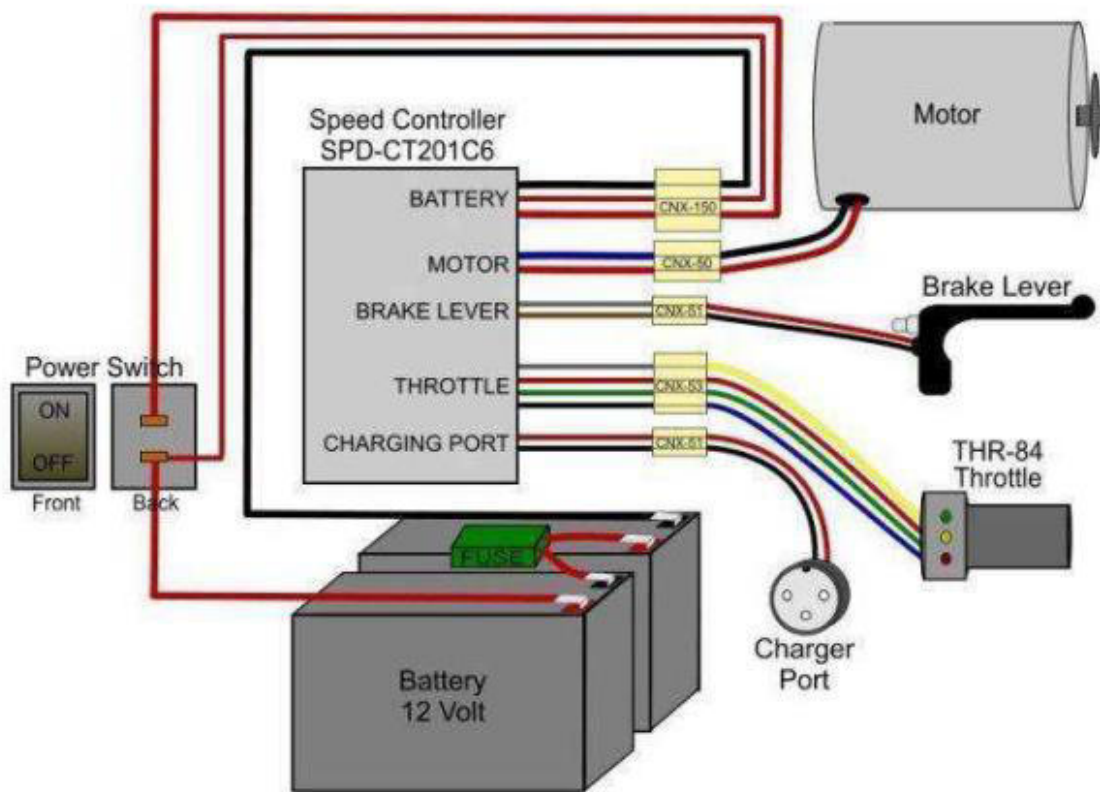


Рисунок 1.5 – Схема роботи електросамокату

1.4 Принцип роботи контролера

Відмінність електросамокату від звичайного полягає у наявності додаткових компонентів: електродвигуна, акумуляторної батареї та контролера. Автономне живлення двигуна забезпечує акумуляторна батарея, а контролер відповідає за контроль роботи та коректне керування електродвигуном. Серед електронних компонентів, представлених у продажу, є безліч готових рішень, за допомогою яких можна забезпечити електроприводом не тільки самокат, а й інші персональні ТЗ.

У порівнянні з попередниками, які нагадували масивний реостат, сучасні контролери в залежності від тривалості імпульсів, що надходять, регулюють передачу електроенергії до двигуна, вони більш компактні, і у них відсутні рухомі елементи. Для здійснення процесу контролю та керування електросамокатом використовується пульт, зазвичай закріплений на кермі. Пульт оснащений важелями керування газом та гальмом, а також кнопками, які

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

можуть відповідати за включення живлення, включення габаритних вогнів та фар (якщо такі встановлені), вибір режимів їзди та її швидкості (рис. 1.6).

Відображення рівня заряду батареї, поточної швидкості та іншої інформації на дисплеї. Якщо ж дисплей відсутній, то як пристрої, що надають мінімальну інформацію про роботу електросамокату, можуть використовуватися світлодіодні індикатори. Так само, як пристрій, що виводить інформацію про поточний стан електросамокату, може використовуватися смартфон.



Рисунок 1.6 – Пульт управління електросамокату з дисплеєм

Першорядне завдання контролера - подача енергії на електродвигун, котра отримується від акумуляторної батареї. Струм, проходячи по обмотках, формує магнітне поле, котре перебуває у взаємодії із магнітами ротора, розташованими в двигун-колесі. В результаті колесо рухається, контролер керує частотою обертання цього колеса. Контролер електросамокату працює наступним чином: приймаючи сигнал від ручки газу, з урахуванням тривалості імпульсів, що надходять, він регулює швидкість обертання двигуна [4].

Також контролер електросамокату може:

- регулювати швидкість обертання електродвигуна;
- керувати крутним моментом;
- забезпечувати плавне та м'яке гальмування за допомогою зміни тривалості імпульсів;
- захищати електродвигун;
- не допускати глибокої розрядки батареї - обчислює напругу

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аккумуляторної батареї та відключає двигун від живлення, при його критичному зниженні;

– за допомогою вбудованого термодавача відстежувати температуру та не допускати струмових перевантажень.

1.5 Під'єднання контролера електросамокату

Електродвигун та електрокомпоненти самокату під'єднуються до контролера, використовуючи для цього багатожильні з'єднувальні дроти у термостійкій ізоляції із силікону. Основні параметри сумісності контролера з електродвигуном та аккумуляторною батареєю електросамокату – це напруга батареї та максимальний струм [5].

Розглянемо схему під'єднання та функції контактів на прикладі пристрою, розробленого для керування трифазними електродвигунами з робочими параметрами 36 В та 350 Вт (рис. 1.7).

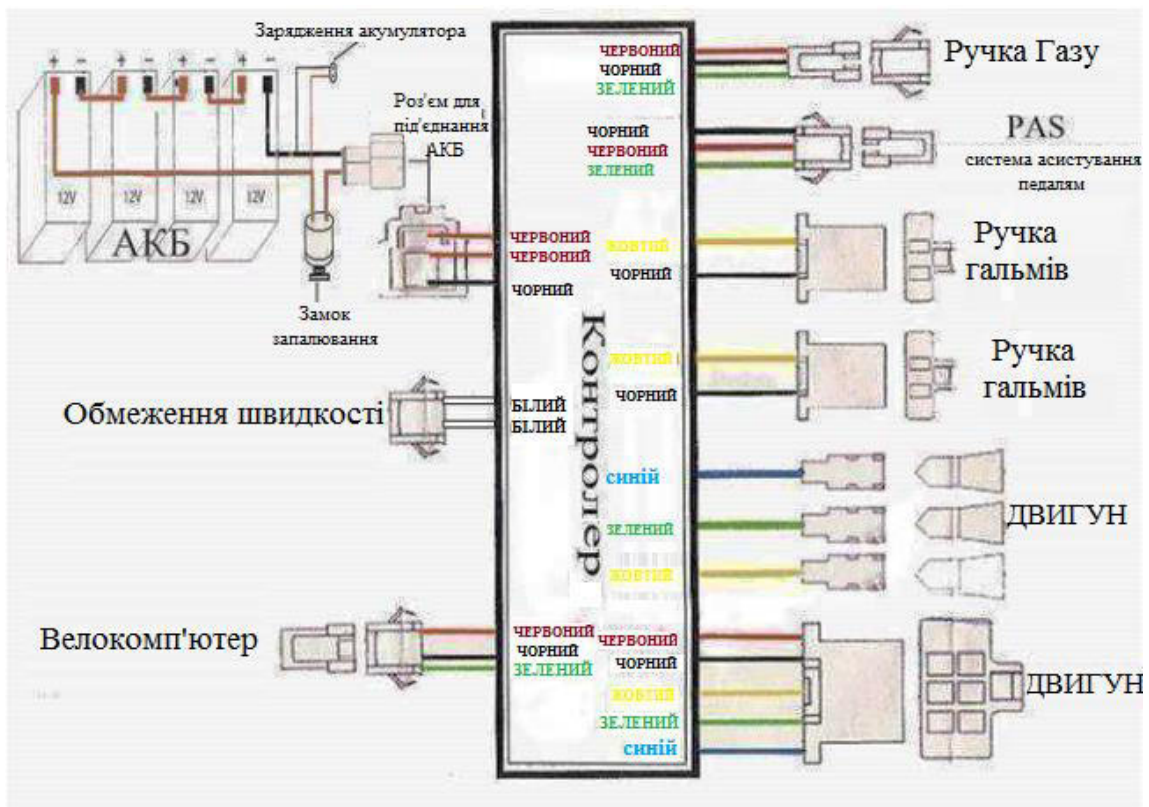


Рисунок 1.7 – Схема під'єднання контролера електросамокату

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

У табл. 1.1 наведено перелік електричних роз'ємів контролера, їх призначення та кольору ізоляційного покриття проводів, що використовується у них.

Таблиця 1.1 – Під'єднання контролера електросамокату

№ п/п	Призначення	Колір ізоляції
1	Під'єднання до ручок гальма та стоп-сигналу. До загального джгута проводів під'єднано 2 роз'єми	Чорний, жовтий, червоний
2	Приєднання до АКБ	Чорний червоний
3	Обмеження граничної швидкості	2 білі дроти
4	Під'єднання до давачів Хола електромотора	Чорний, синій, зелений, жовтий, червоний
5	Під'єднання до системи допомоги педалям PAS	Чорний, зелений, червоний
6	З'єднання із замком запалювання або управління	Чорний, синій, зелений, червоний
7	Під'єднання до ручки газу	Зелений, чорний, червоний
8	Круїз контроль	2 сині
9	Електроживлення двигуна	Зелений, синій, жовтий

Алгоритм під'єднання та налаштування контролера електросамокату:

– гніздо №9 під'єднується до силових дротів з ідентичним ізоляційним покриттям на електродвигуні, а роз'єм №4 - до відповідного гнізда від керуючих проводів;

– якщо пульт управління використовуватиметься - його слід приєднати до штепселя №6. Якщо пульта керування немає, замок запалювання приєднується до червоного та синього дроту гнізда №6;

– ручка газу приєднується до штепселя №7, держак гальма та стоп сигнал (за його наявності) – до №1;

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– для обмеження граничної швидкості в роз'ємі №3 замикаються 2 білі дроти. Щоб мати можливість керувати можливістю обмеження граничної швидкості, під'єднуємо до нього двопозиційний вимикач К-2Р;

– кнопка на ручці газу під'єднується до гнізда №8 для активації круїз-контролю. Надалі для активації цієї функції достатньо буде натиснути та утримати кнопку на пару секунд, а для відключення – натиснути на рукоятку гальма;

– контакти системи PAS за її наявності під'єднуються до гнізда №5;

– акумуляторна батарея під'єднується до гнізда №2.

Купуючи готовий комплект компонентів для електрифікації самокату, не потрібно перевіряти контролер електросамокату і комутацію його роз'ємів. Перевірка контролера виконується в процесі передпродажної підготовки, і проводи на гніздах відповідного обладнання відповідають кольорам, позначеним у схемі.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Функціональні можливості системи запобігання зіткненням електросамокатів

Потрібно створити систему, що реалізує наступний перелік можливостей:

- стеження за об'єктами, що рухаються попереду;
- попередження про зближення з об'єктом, що пересувається (перебуває) попереду;
- якщо необхідно, активація гальма;
- автоматичне регулювання швидкості за заданими даними.

Узагальнена схема реалізації системи наведена на рис. 2.1.

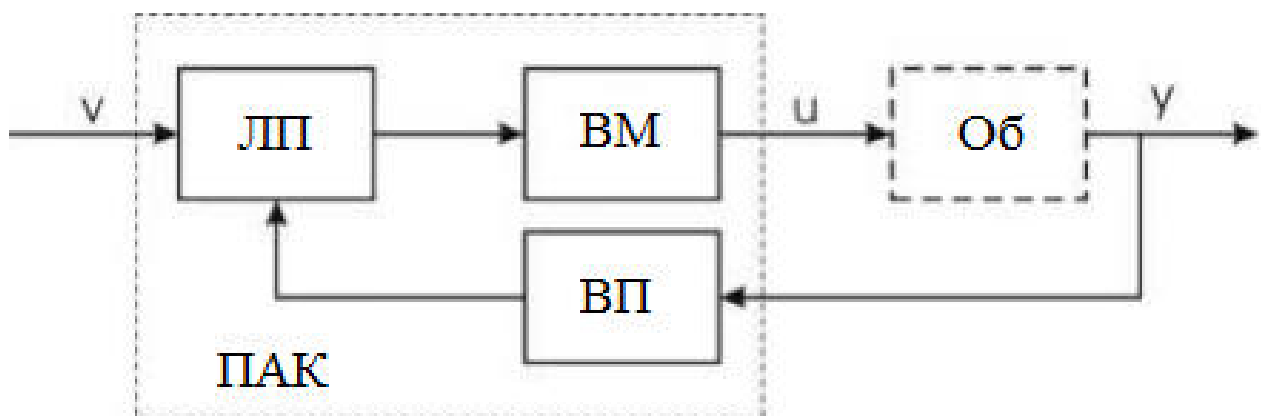


Рисунок 2.1 – Схема регулятора пристрою керування

Пристрій автоматичного керування (ПАК) у випадку автоматичного регулювання називають автоматичним регулятором. До складу автоматичного регулятора ПАК входять: вимірювальний пристрій ВП, логічний (підсилювально-перетворювальний) пристрій ЛП та виконавчий механізм ВМ.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мостовий В.О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник.		Баран І.О.					
Реценз.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42		
Н. Контр.							
Затверд.		Осухівська Г.М					

Також присутній об'єкт (Об) – власне сам електросамокат.

Логічний пристрій ЛП порівнює діюче значення керованої величини $y(t)$ із даним значенням $v(t)$ цієї величини і за певним алгоритмом формує сигнал, необхідний для усунення розбіжності між цими величинами. Для контролю стану об'єкта керування використовується вимірювальний пристрій. За допомогою даного пристрою вимірюється керована величина і на платформі управління формуються дані про стан об'єкта управління. Сигнал управління перетворюється на відповідний фізичний вплив на об'єкт управління за допомогою виконавчого механізму. Законом регулювання називають метод формування керуючого впливу [6].

2.2 Управління від ЕОМ

В ТАУ управління виконуються різними засобами обчислювальної техніки у мікрвиконанні: однокристальні ЕОМ, процесори, мікроконтролери [7]. Далі дані засоби регулювання будемо називати ЕОМ. Узагальнена схема управління від ЕОМ показано на рис. 2.2. Пристрій управління (ПУ) описується даними стану. Завданням управління є у кожен момент часу забезпечити необхідний стан об'єкта управління.

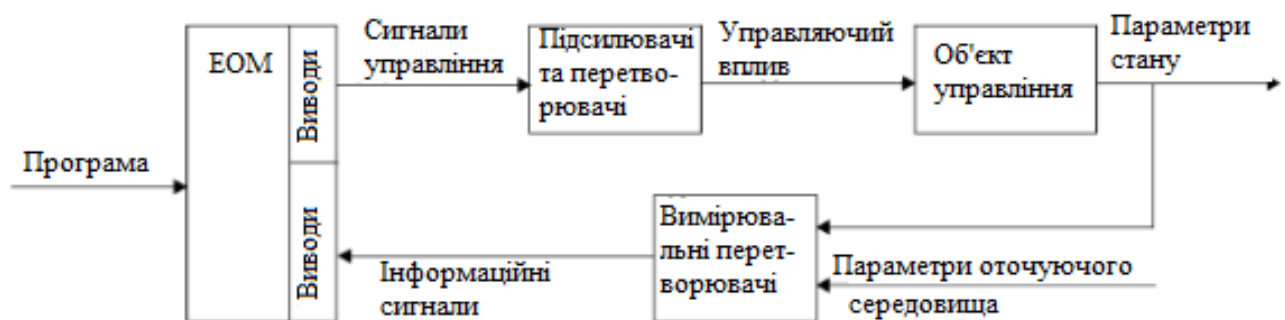


Рисунок 2.2 – Узагальнена схема управління від ЕОМ

Вимірювальні перетворювачі використовуються для контролю стану об'єкта, вони перетворюють на інформаційні сигнали вимірювані параметри. Ці сигнали мають бути представлені у формі двійкового коду для автоматичного

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

введення ЕОМ. Аналогові сигнали у двійкові коди перетворюються за допомогою аналого-цифрових перетворювачів. При вирішенні завдання керування крім параметрів стану можуть враховуватися параметри довкілля, що відображають умови функціонування об'єкта. Відповідні вимірювальні перетворювачі використовуються контролю цих параметрів. Параметри стану об'єкта порівнюються із заданими значеннями та визначається відхилення поточних параметрів від заданих (див. рис. 2.2). Значення необхідних керуючих впливів визначаються на основі обчислених відхилень та інформації про умови функціонування, що виводяться на виходи ЕОМ у вигляді числових кодів. Програмою визначається логіка визначення керування, що дозволяє шляхом заміни програми легко змінювати логіку керування. Сигнали управління посилюються, при необхідності перетворюються на аналогові сигнали за допомогою цифроаналогових перетворювачів та надходять на входи виконавчих механізмів об'єкта, змінюючи стан останнього необхідним чином. Такі системи містять як безперервні, і дискретні сигнали, системи за принципом роботи є дискретними, що відрізняє їх властивості властивостей безперервних регуляторів [8].

При проектуванні системи керування необхідно забезпечити її працездатність, тобто система повинна приводити об'єкт управління у заданий стан у всіх передбачених умовах його функціонування. Крім того, система керування повинна забезпечувати необхідний стан об'єкта із заданою точністю та мати необхідну швидкодію, тобто. система управління повинна мати необхідну якість [8].

2.3 Автоматичне регулювання

Задачі управління різняться та їх складність визначає складність застосовуваних систем управління. Управління може здійснюватися вручну та автоматично. Автоматичне управління - виконання впливів на об'єкт управління, вибраних на підставі певної інформації з безлічі можливих і спрямованих на

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підтримання чи поліпшення роботи об'єкта, що керується відповідно до завдання управління. Автоматичне регулювання є приватним завданням автоматичного керування. Автоматичне регулювання - підтримка сталої чи зміна за визначеним правилом якоїсь величини, котра описує процес, який проходить при допомозі вимірювання умов, в яких перебуває об'єкт, чи тих збурень, що діють на нього, і впливу на об'єкт. Завдання розробки САР часто доводиться вирішувати при проектуванні механічних пристроїв. Завдання це має достатню складність, і його вирішення вимагає використання методів ТАУ [9].

Можна як базовий метод управління розглядати автоматичне регулювання для гарантування визначеного значення керованої величини на виході об'єкта управління. САР є основою САУ. Управління САР здійснюється деяким об'єктом з метою отримання необхідного результату (рис. 2.3), цей результат полягає в забезпеченні заданого стану об'єкта. Стан об'єкта характеризується значенням його вихідний (керованої) величини.

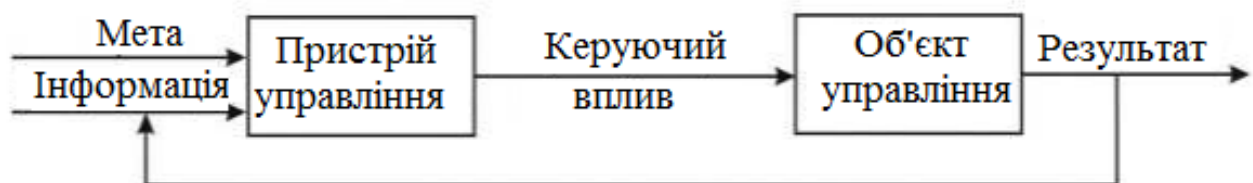


Рисунок 2.3 – САР

Керуючі впливи подаються на вхід керування зміни стану об'єкта. Пристроєм управління з урахуванням мети управління формуються управляючі впливи. ТАУ включає аналітичні моделі та методи, що дозволяють реальні автоматичні системи описати та дослідити з метою визначення їх поведінки в автоматичному режимі роботи та створення систем з необхідними властивостями. ТАУ вирішує завдання аналітичного опису автоматичних систем, їх аналізу та синтезу [9].

2.4 Давач САРД G259

У САРД вбудований давач радіолокації для розрахунку дистанції, котрий працює в спектрі міліметрових хвиль [10]. Цей давач виконує заміри відстаней одразу до кількох об'єктів, що знаходяться в зоні його охоплення, і після цього розраховує умовну швидкість об'єктів, через які проходить поздовжня вісь ТЗ. Кут відхилення (азимут) об'єкта від осі зони охоплення давача розраховується за даними вимірів, зображення давача представлено на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Давач САРД G259

САРД використовує електричні хвилі, що поширюються зі швидкістю світла, кожній частоті f відповідає певна довжина хвилі. Передавач САРД працює на частоті $f = 76,5$ ГГц, якій відповідає довжина хвилі $\lambda = 3,92$ мм. Хвилі в частотному діапазоні від 30 до 150 ГГц називаються міліметровими (рис. 2.5).

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

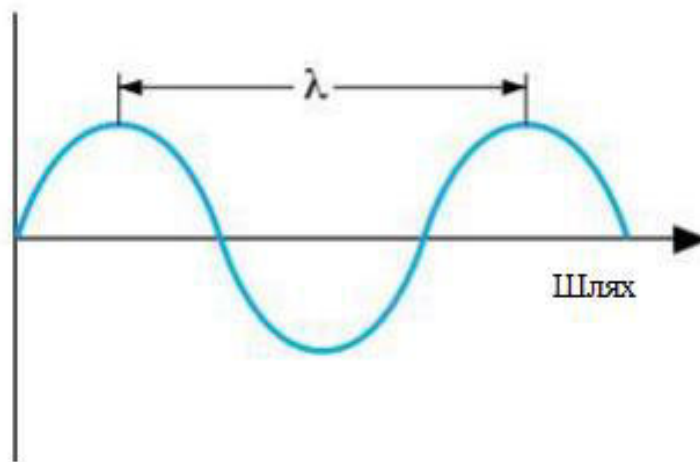


Рисунок 2.5 – Довжина хвилі давача

У корпусі САРД розташований обчислювальний пристрій, що дозволяє розрахунковим методом знайти:

- попереджувальне положення смуги проходження;
- об'єкт стеження;
- дані регулювання дистанції та швидкості ТЗ;
- дані для передачі на блоки керування двигуном, підсилювачем гальмівного приводу та композицією пристроїв;
- діагностичні характеристики [10].

Для зміни відстані до ТЗ, що пересувається попереду шляхом гальмування ТЗ з САРД передбачений підсилювач гальма з електричним управлінням. У підсилювач з розташованими один за одним вакуумними камерами вбудовані електромагніт, що пропорційно працює, давач положення діафрагми підсилювача і вимикач САРД. Викликане ним гальмування має бути плавним і таким, що не погіршує комфортність ТЗ. Якір електромагніту рухається пропорційно силі струму, що проходить через обмотку. Безступінчастий потенціометр використовується як давач положення [10].

Для визначення стану системи передбачено вимикач САРД, точніше, чи робиться гальмування водієм, чи воно відбувається в ході спрацьовування електромагніту. Так як даний вимикач є елементом безпеки ТЗ, він оснащений двома парами контактів, за розташуванням яких визначається вихідне або робоче

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

положення підсилювача.

Вихідне положення підсилювача характеризується наявністю вакууму майже у всіх його порожнинах і знеструмленим пропорційно діючим електромагнітом.

Підсилювачем гальмівного приводу управляє блок керування САРД за допомогою клапана, кромка якого ущільнює його взаємодія з кільцевою прокладкою його сідла. Тиск в атмосферній порожнині підсилювача залежить від положення цього клапана.

Блок управління САРД змушує зростати тиск у гальмівній магістралі, включаючи працюючий електромагніт до джерела струму. Через впускний клапан, що розкривається, зовнішнє повітря надходить в атмосферну порожнину підсилювача, при цьому скорочується зазор між магнітопроводом і якорем електромагніта, в результаті його діафрагма переміщається, стискаючи зворотну пружину. При цьому гальмівне зусилля може досягти 30 відсотків від його максимального значення.

При знеструмленій обмотці якір електромагніту упирається ущільнюючою кромкою в прокладку сідла і віджимає її від ущільнюючої кромки впускного клапан, у результаті повітря з атмосферної порожнини переміщається у вакуумну порожнину і далі відсмоктується у впускну систему двигуна. Пружина діафрагми при цьому розтискається.

Знижений струм обмотки електромагніта використовується для підтримки тиску в гальмівній магістралі. Пружина якоря відтискає його від магнітопроводу і закриває впускний клапан. Положення діафрагми підсилювача при цьому може залежати від кількості зниженого тиску повітря в робочій порожнині [10].

Давач САРД пов'язаний з шиною даних CAN через реле, вбудоване у блок управління підсилювачем гальмівного приводу. У систему обміну даними з давачем САРД включені такі прилади (рис. 2.6 – 2.11)

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

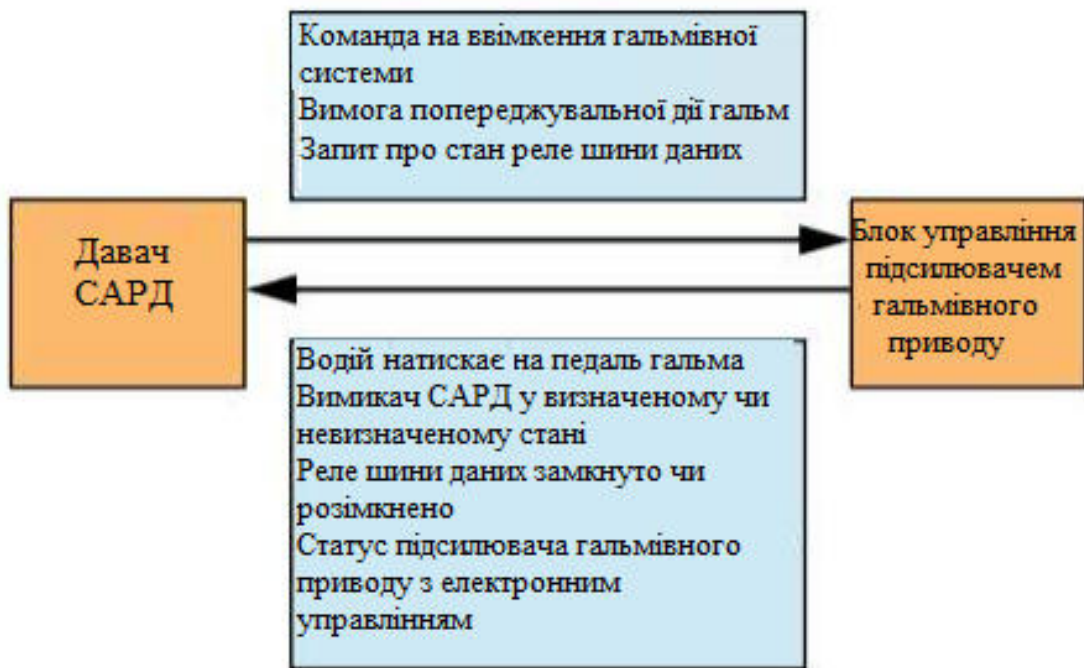


Рисунок 2.6 – Блок керування підсилювачем гальмівного приводу

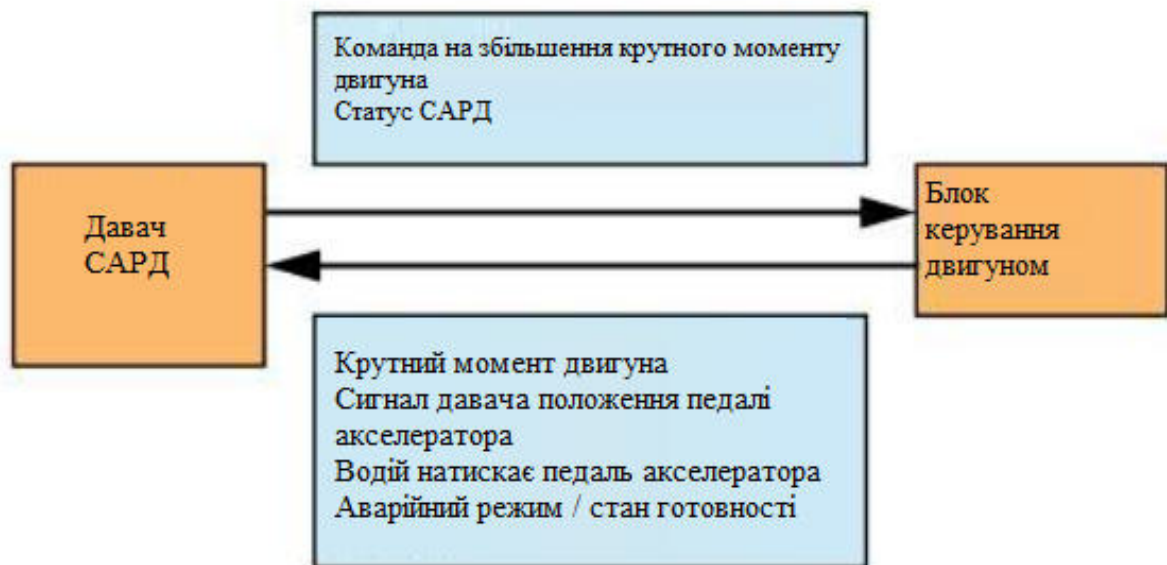


Рисунок 2.7 – Блок керування двигуном

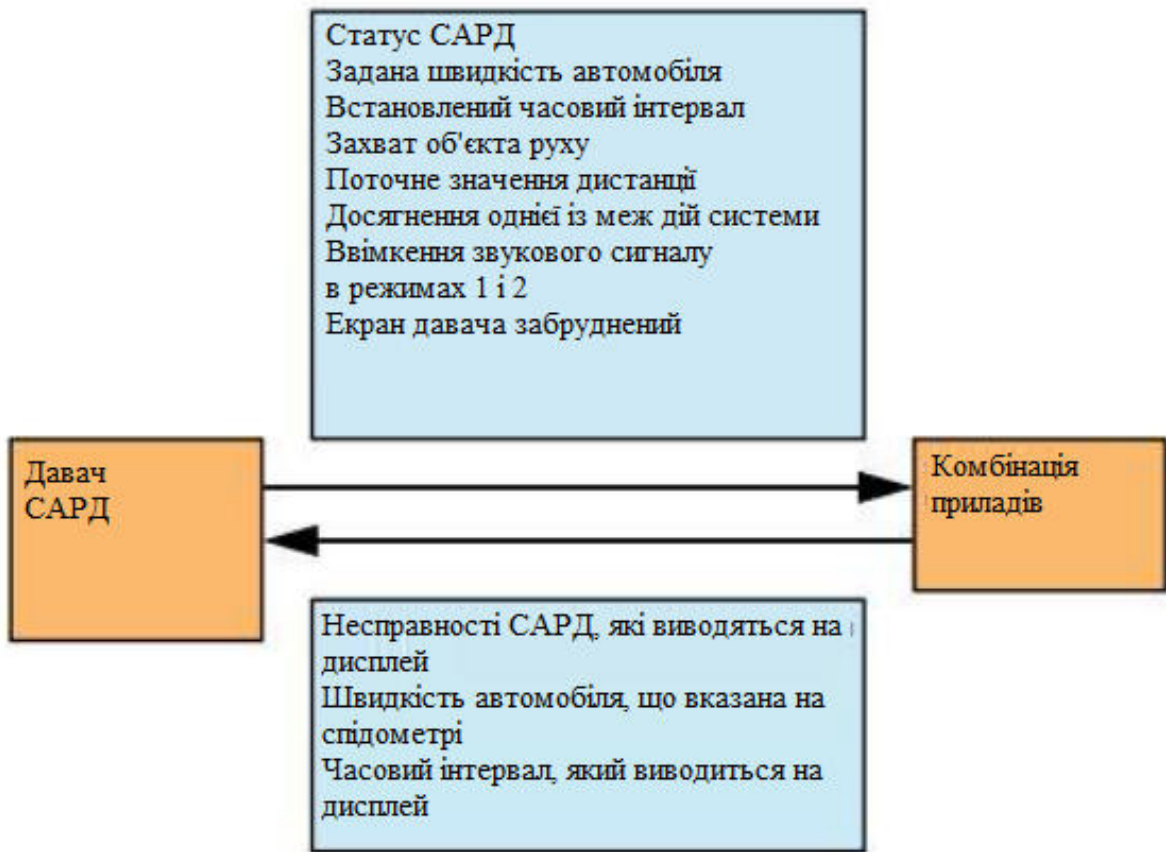


Рисунок 2.8 – Комбінація приладів

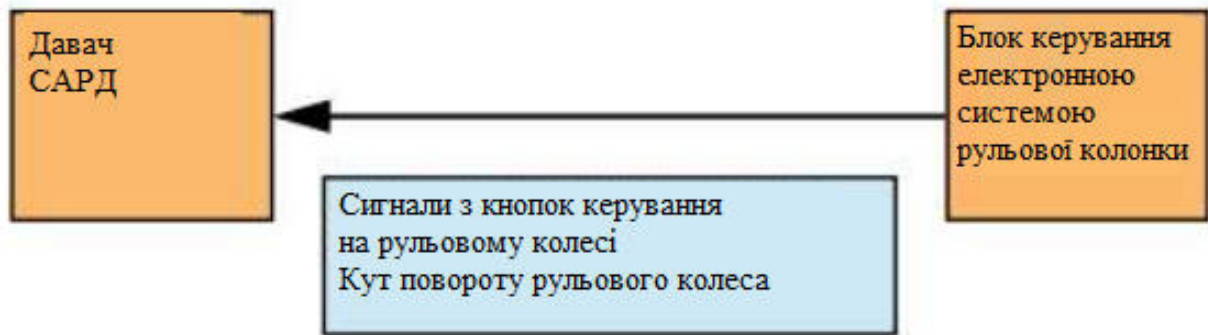


Рисунок 2.9 – Блок керування електронною системою рульової колонки

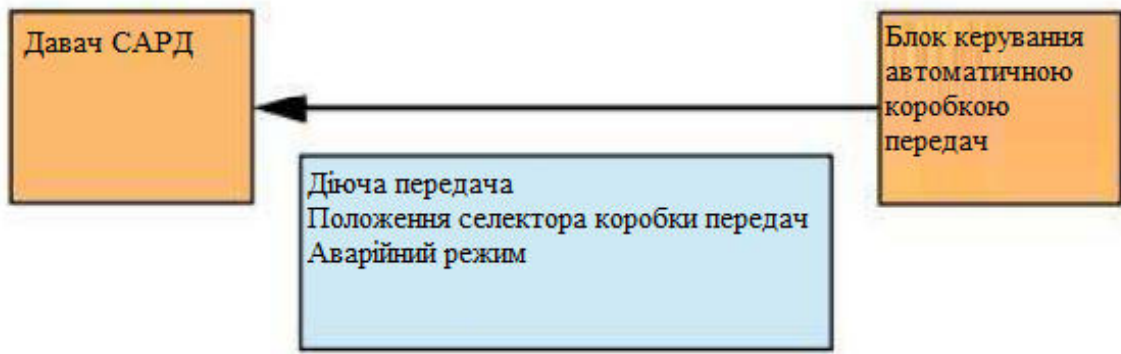


Рисунок 2.10 – Блок керування автоматичною коробкою передач

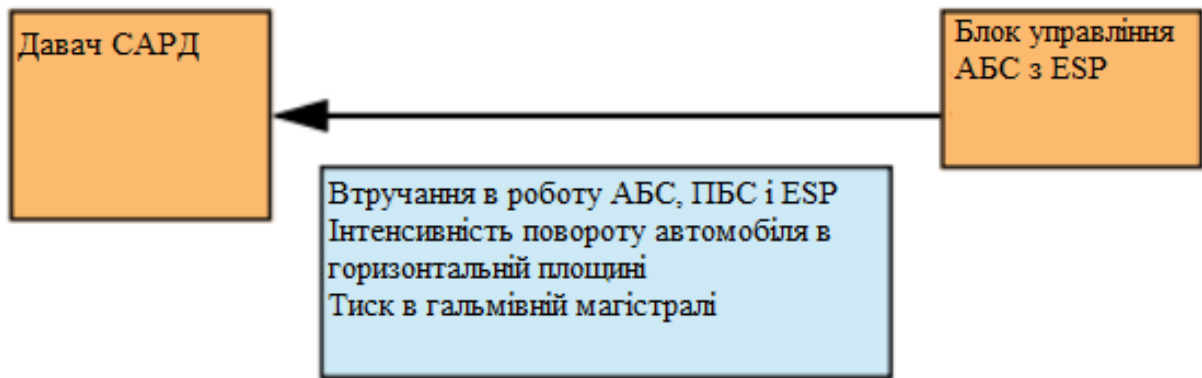


Рисунок 2.11 – Блок управління АБС з ESP

Якщо, припустимо, в області охоплення давача САРД ТЗ відсутні, підтримується швидкість.

Якщо ТЗ з САРД під час руху своєю смугою наздоганяє ТЗ, який рухається повільніше за нього, тоді САРД знижує швидкість у вигляді зменшення крутного моменту двигуна і, при необхідності, шляхом обережного пригальмовування. І при цьому забезпечується незмінність часу водія, що необхідно для подолання відстані до ТЗ, який пересувається попереду (рис. 2.12).

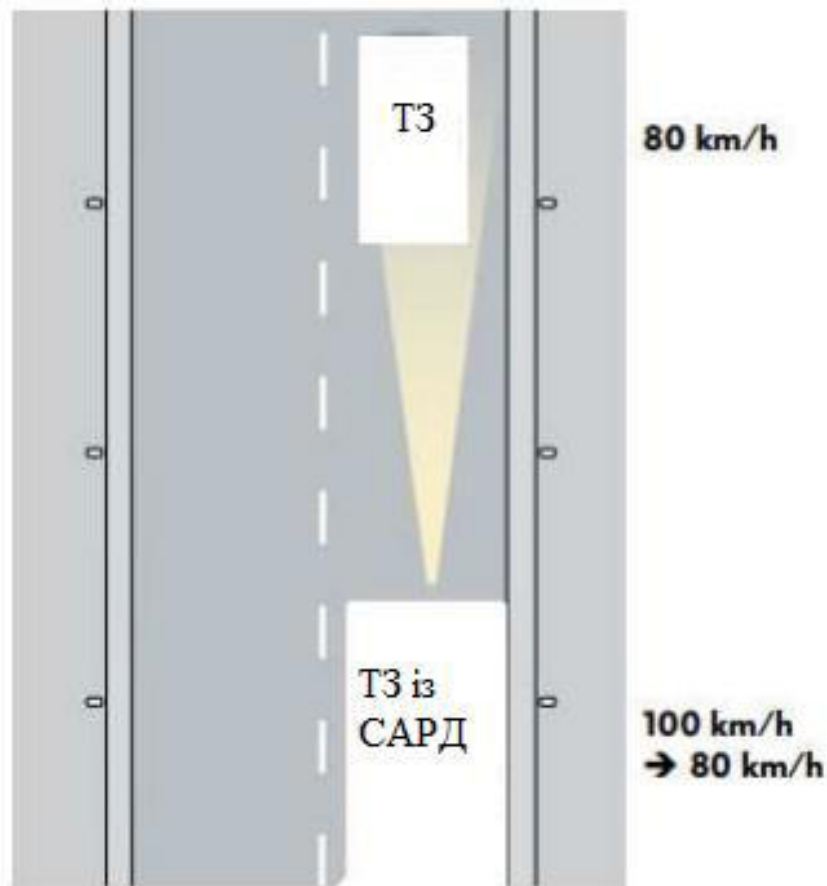


Рисунок 2.12 – Автоматичне гальмування

За таким же принципом швидкість ТЗ з САРД порівнюється зі швидкістю повільнішого засобу пересування, який виявився перед ТЗ в результаті перебудови з однієї лінії руху в іншу.

Якщо ТЗ, який рухається попереду, нарощує свою швидкість або змінює смугу, ТЗ із САРД знову розганяється до даної початкової швидкості (рис. 2.13).

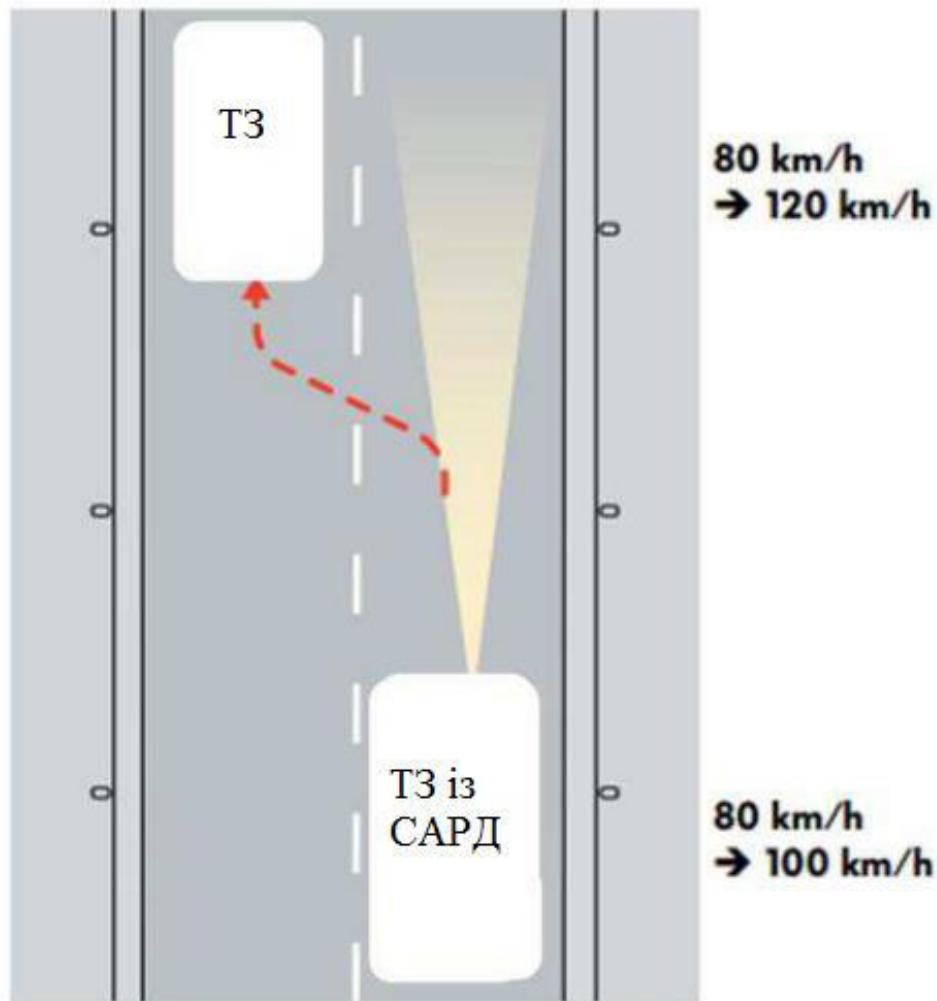


Рисунок 2.13 – Автоматичне прискорення

2.5 Готові технічні рішення для складання електросамокату

За наявності головних складових частин електросамокату: його корпусу, двигун колеса, акумуляторної батареї, пульта керування - можна зібрати електросамокат власними силами. Для цього знадобиться схема будови електросамокату, представлена на рис. 1.7, та контролер. Контролером може бути як вже готовий варіант, куплений на якому-небудь інтернет майданчику (AliExpress, eBay та ін.), так і зібраний самостійно, на базі програмованих плат управління (Arduino, Iskra Neo) або мікросхем логічного керування, здатних керувати трифазними двигунами (наприклад, мікросхема MC33035).

У електричних самокатах електрична енергія перетворюється у механічну, аналогічно до якогось іншого електричного транспорту, при допомозі

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричних двигунів (колекторних чи безколекторних).

Перші володіють простою будовою і не потребують затратних схем керування. Недолік у їх застосуванні викликаний наявністю механічних контактів з великим шумом, обмеженим терміном функціонування та потребують час-від часу догляду.

У двигунах другого типу відсутні механічні контакти. Щоб створити магнітне поле, що обертається, потрібен зовнішній контролер (комутатор), який, на основі поточного положення ротора, певним чином продукує струм у статорі. Для роботи такого типу двигунів необхідна наявність мінімум двох обмоток, проте двигуни з кількістю обмоток, котре кратне трьом, являють собою найкращі зразки, зокрема мають і рівномірну передачу потужності на валу. В силу складності керування, незважаючи на сумісність аналогічних технічних характеристик вентильного та колекторного двигунів, він упродовж тривалого часу не мав достатньо широкого застосування. Зараз через досягнення сучасної силової електроніки розроблені невеликі, але достатньо потужні інвертори, а удосконалення мікропроцесорів дало змогу управляти транзисторами із застосуванням мікроконтролерів, котрі продукують сигнали програмним чином.

Отже, перенісши епіцентр розробки у галузь програмування, негативні моменти вентильних двигунів стали їх позитивними сторонами, оскільки керування ними досягається з гнучкістю, котра є абсолютно недосяжна при застосуванні двигунів колекторних. Щороку колекторні рішення витісняються надійними та безшумними рішеннями використання вентильних двигунів, які все частіше застосовуються в техніці.

2.6 Демонстраційний набір

Розглянемо приклад такого продукту, який пропонує компанія Infineon – спеціалізований сет 300W Motor Control Application Kit [11], за допомогою якого можна створити програмну складову контролера приводу електросамокату, який матиме потужність ≤ 300 Вт.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Набір складається з налагоджувальної плати (рис. 2.14), у котрій наявна потрібна електроніка, котра використовується при під'єднанні вентиляного двигуна, також адаптера USB/UART, потрібного для під'єднання плати до ПК, і USB- накопичувача, що містить IDE ПЗ + потрібний пакет технічної документації.

Налагоджувальна плата має DC/DC-перетворювач, що формує дві стабілізовані напруги: +12 В, необхідні для функціонування драйверів, та +5 В - для функціонування власне процесора [11].

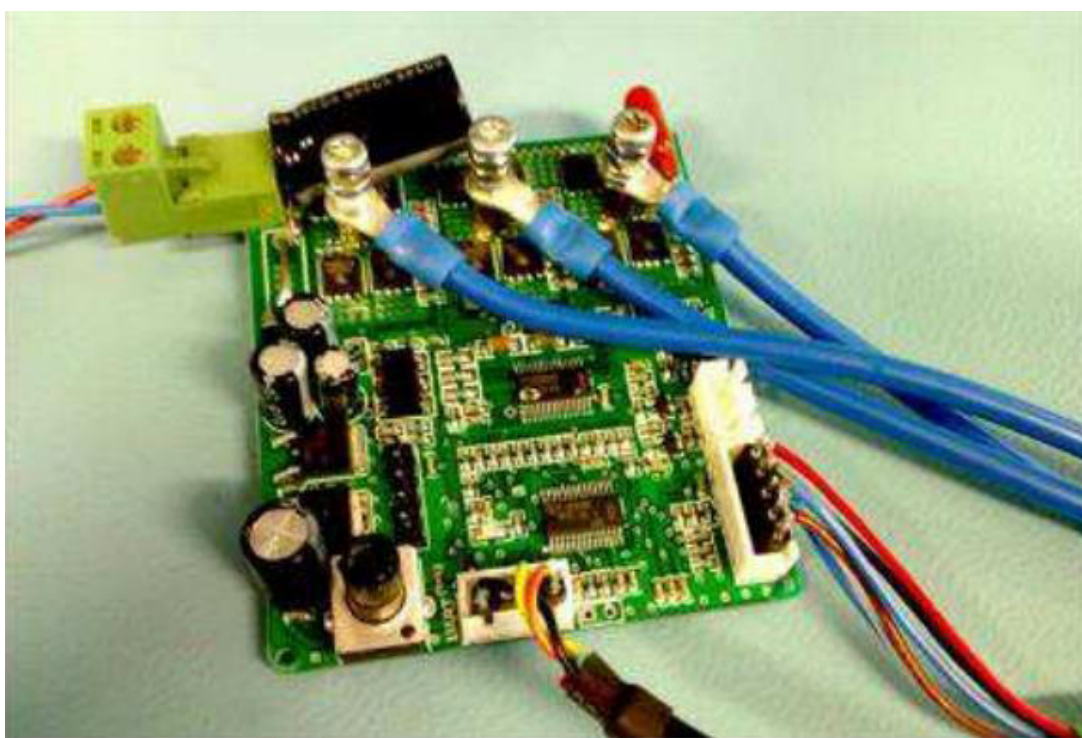


Рисунок 2.14 – Налагоджувальна плата контролера керування вентиляним рішенням

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Система з ультразвуковим давачем відстані

Такий давач НУ-SRF05 найчастіше використовується для виявлення об'єктів і вимірювання відстані до них (рис. 3.1). Принцип роботи пристрою: він видає звукові коливання певної частоти, при швидкій зустрічі з твердою поверхнею випущені звукові хвилі повертаються назад у давач. Після цього мікроконтролер розраховує відстань до об'єкта за певною формулою [12].

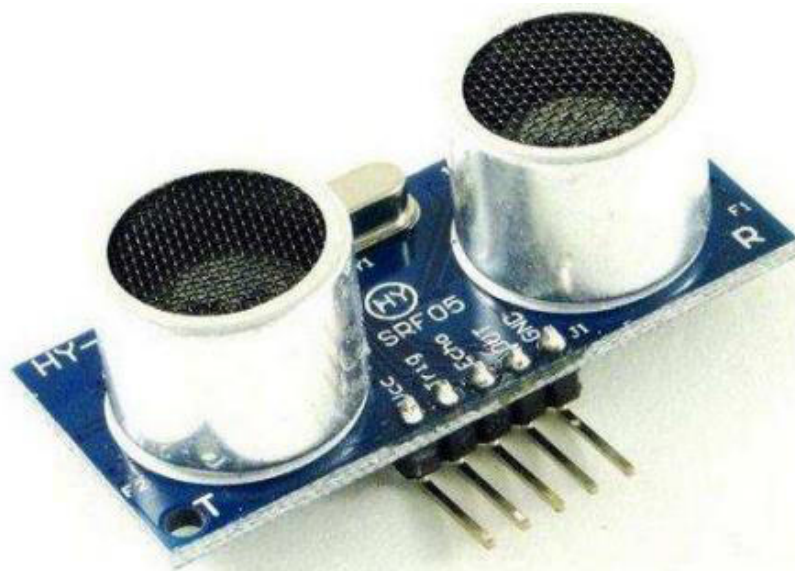


Рисунок 3.1 – Ультразвуковий давач відстані

При високих швидкостях ТЗ необхідний збільшений шлях гальмування, тобто його гальмування має бути розпочато за більшої, ніж зазначено вище, дистанції до ТЗ, що пересувається попереду. Якщо ТЗ із вбудованою системою перебуває в стадії пасивного гальмування з умовно більшої швидкості, при зниженні її до нижнього граничного значення на екран композиції пристроїв виводиться вимога приступити водію до активного гальмування.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мостовий В.О.				Літ.	Арк.
Керівник.		Баран І.О.					Аркушів
Реценз.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42		
Н. Контр.							
Затверд.		Осухівська Г.М					

Сигнали частоти обертання, що надходять з колісних датчиків, передаються на вхід блоку управління ABS з ESP і далі на давач системи. Ці сигнали необхідні для правильного розпізнавання смуги руху.

Управління системою здійснюється, головним чином, за допомогою кнопок на функціональному моніторі та, частково, засобом гальма, як це не виключається при керуванні системою регулювання швидкості ТЗ. Кнопки на екрані з'єднані з блоком керування електричної системи керуючої осі, яка передає сигнали на комбінацію пристроїв.

Щоб водій міг у будь-який момент часу дізнатися про стан системи, на екрані комбінації приладів показуються наступні дані, що супроводжуються звуковими сигналами:

- статус системи;
- призначені водієм параметри;
- попереджувальні вказівки.

Система управляється в цілому за допомогою кнопок, розташованих на дисплеї, але вона отримує команди також від гальма. Після кожного запуску двигуна система знаходиться в непрацюючому стані; вона наводиться в стан активності натисканням кнопки ON/OFF.

Натисканням кнопки RES (відновлення) система вмикається з переходом на раніше задану швидкість. При кожному повторному натисканні кнопки RES записана швидкість збільшується на 1 км/год аж до максимального значення. Натискаючи кнопки GRA+ і GRA-, можна підняти або зменшити задану швидкість з кроком 10 км/год. Водій із задоволенням приймає автоматичну зміну дистанції до подальшого ТЗ у великій залежності від швидкості руху. Зі зростанням швидкості дистанція має зростати. І при цьому час подолання дистанції ТЗ із вбудованою системою залишається незмінним, саме тому цей період є мірою зміненої зі швидкістю дистанції. Він називається також часовим інтервалом [10].

Схема давача з мікроконтролером, що подає дані блок управління, представлена на рис. 3.2.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

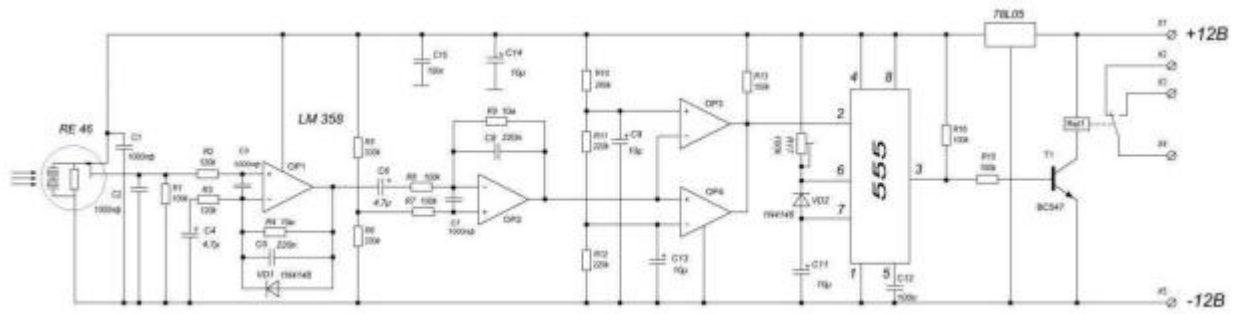


Рисунок 3.2 – Схема давача з мікроконтролером

3.2 Застосування Arduino Uno

Маючи контролер потужністю 36В, необхідно додати до нього функції, яких він не має, але користувачі електросамокату, хотіли б їх використовувати. Для цього необхідно спроектувати додатковий контролер, який відповідатиме за під'єднання додаткових пристроїв та зв'язок між основним контролером та нашим пристроєм.

Як додатковий пристрій управління був взятий контролер Arduino Uno (рис. 3.3). В основі плати знаходиться процесор ATmega 328. Крім нього на платі розміщений модуль USB для зв'язку з ПК і прошивки. Цей модуль називається USB-TTL перетворювач. На фірмових платах Arduino Uno для цього знаходиться додатковий мікроконтролер ATmega16U2 [13].

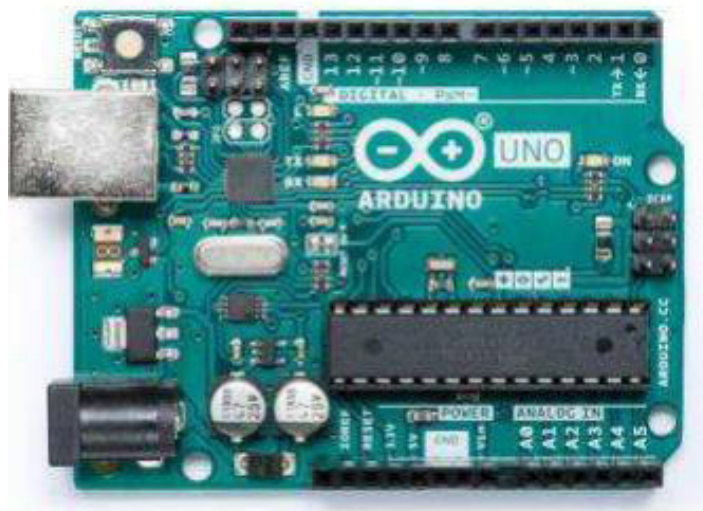


Рисунок 3.3 – Контролер Arduino Uno

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Характерна особливість цього чіпа міститься в апаратній підтримці USB, що дає можливість організувати зв'язок без додаткових перетворювачів, тоді як ATmega328 не підтримує такої функції, тому 16u2 перебуває в ролі перетворювача даних з USB в послідовний порт для МК AVR. У нього залито програму для виконання цього завдання.

Щоб включити плату, необхідно подати на неї дати живлення від USB, або прямо від ПК, або від іншого джерела живлення від 7 до 15 Вольт. На платі встановлений лінійний стабілізатор, типу L7805, або LDO, він потрібен для того, щоб на мікроконтролер подавалася стабілізована напруга 5 В.

І при цьому вибирається зовнішнє джерело живлення, але не USB- порт. Зовнішнє живлення підключається до виведення з позначкою Vin у розділі Power на платі.

Мікроконтролер має чотирнадцять цифрових пінів, їм надається можливість використовуватися як вхід або вихід. З них 6 можуть видавати ШІМ-сигнал. Вони необхідні регулювання потужності в навантаженні та інших функцій [14].

Під'єднання до Arduino для налаштування датчика показано на рис. 3.4.

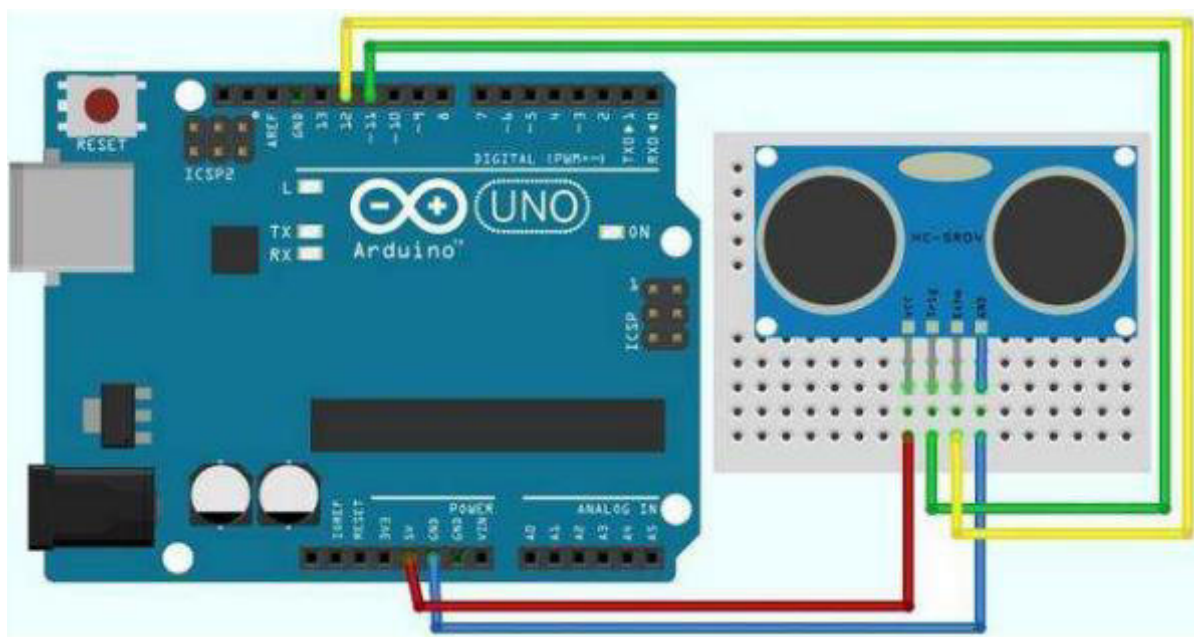


Рисунок 3.4 – Під'єднання датчика до Arduino

3.3 Під'єднання додаткового пристрою

Як додаткову функцію, яку варто застосувати користувачеві електросамокату, розглянемо функцію демонстрації швидкості електросамокату на дисплеї. Для реалізації цієї ідеї будемо використовувати РК-дисплей LCD 1602 [16], представлений на рис. 3.5.

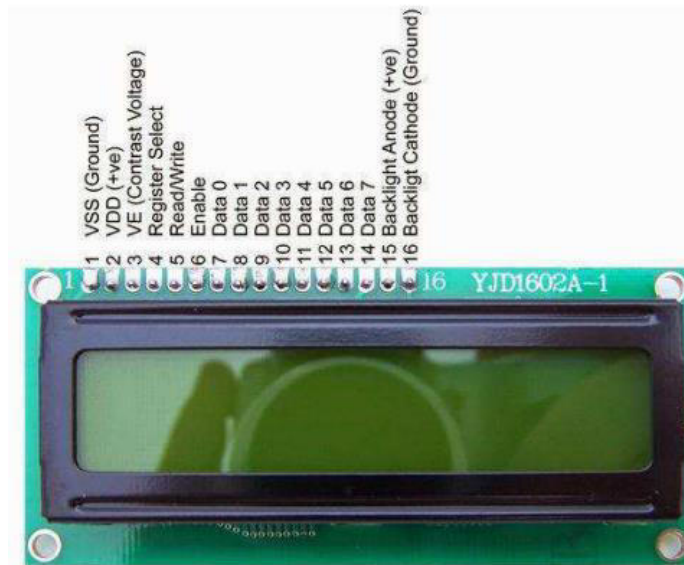


Рисунок 3.5 – РК дисплей LCD 1602

Технічні характеристики дисплея [10] наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики LCD 1602

Тип відображення	Символьний
Можливість завантаження символів	+
Світлодіодне підсвічування	+
Контролер	HD4478
Напруга живлення	5 В
Формат відображення	16×2 символів
Діапазон робочих температур	від -20°C до +70°C
Кут огляду	180 градусів

Для під'єднання даного дисплея до нашого контролера скористаємося способом із під'єднанням за протоколом I2C, через I2C перехідник. Даний спосіб зручніший, ніж спосіб під'єднання дисплея на пряму до мікроконтролера Arduino, який вимагає більшої кількості контактів, що в подальшому, може призвести до нестачі місць для під'єднання додаткових пристроїв. Використовуючи протокол I2C, кількість необхідних для під'єднання проводів зменшується до 4, а зайнятих пінів до 2. Схема під'єднання дисплея на пряму представлена на рис. 3.6.

Схема під'єднання за протоколом I2C містить лише один керуючий пристрій (зазвичай це контролер Arduino) та кілька керованих (давач освітленості, РК дисплей та інші пристрої). Кожен пристрій має свою адресу в діапазоні від 7 до 127. Не можна під'єднувати два пристрої, що мають однакову адресу [9].

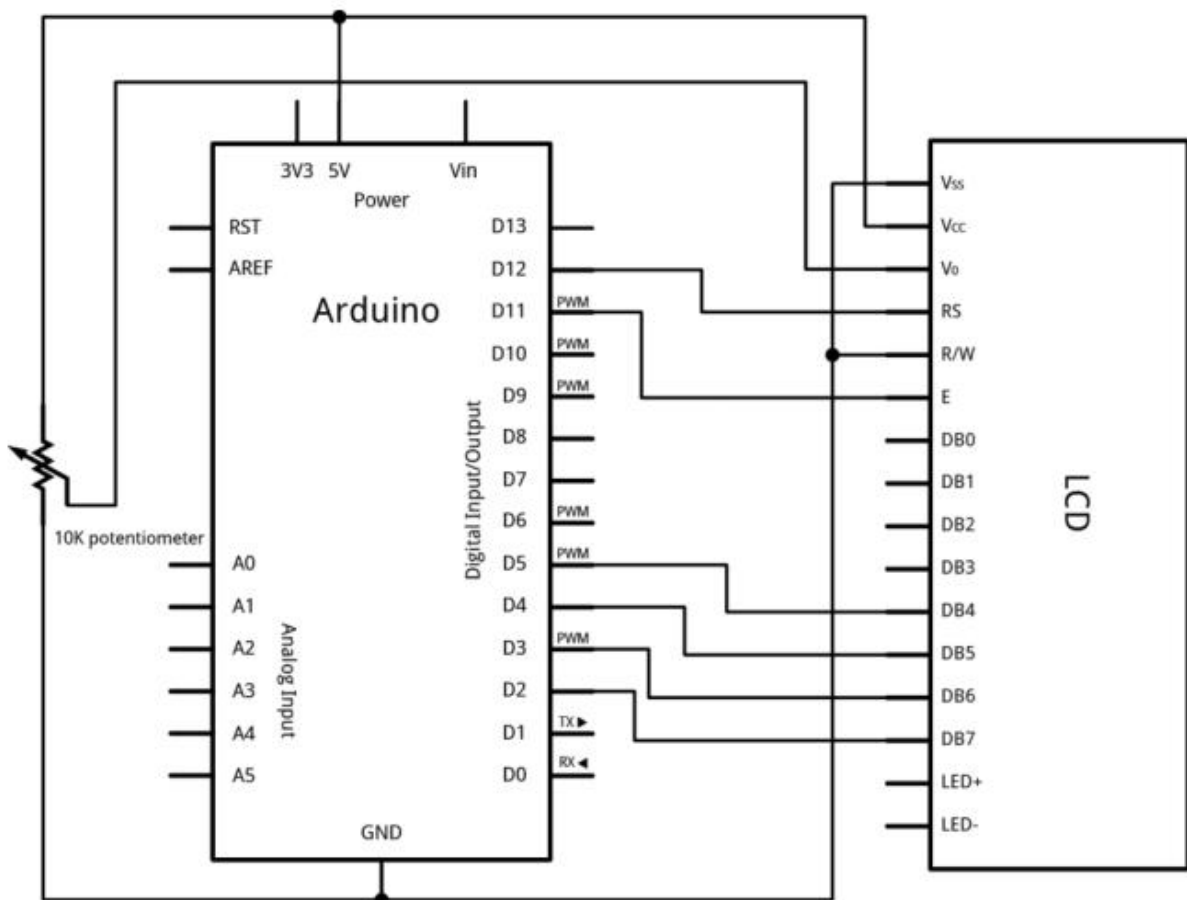


Рисунок 3.6 – Схема під'єднання LCD 1602 до плати Arduino UNO напівпрямую

Переваги роботи за протоколом I2C:

- необхідна наявність 2 ліній для роботи - SDA (лінія даних) та SCL (лінія синхронізації);
- можливість під'єднання великої кількості керованих пристроїв;
- зменшений час розробки;
- один мікроконтролер необхідний для управління всіма під'єднаними за протоколом пристроями;
- через наявність вбудованого у схеми спеціального фільтра пригнічує сплески, виконується збереження даних на високому рівні;
- проста процедура діагностики збоїв, що виникають, швидке налагодження несправностей;
- наявність інтегрованої шини в Arduino.

Недоліки:

- ємнісне обмеження 400 пФ на лінії;
- за наявності на шині кількох різних пристроїв контролер I2C важко програмується;
- складність встановлення збою при під'єднанні великої кількості пристроїв, викликана помилковим встановленням одного з пристроїв стану низького рівня.

Щоб під'єднати дисплей до нашого контролера за протоколом I2C необхідно припаяти до нього модуль I2C – перехідник [17], представлений на рис. 3.7.

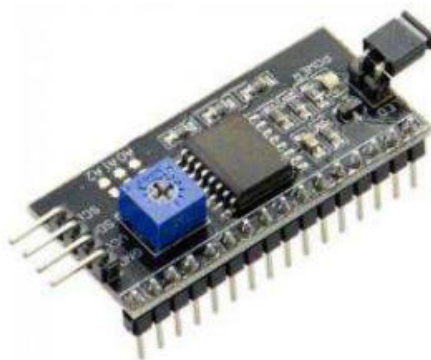


Рисунок 3.7 – Модуль I2C

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як видно, модуль має 4 виводи I2C - заземлення, живлення та 2 виводи для передачі даних (SDA, SCL). З іншого боку перехідника є роз'єми під'єднання зовнішнього живлення. За допомогою ніжок, що залишилися, модуль підключається до пристрою, в нашому випадку припаюється до виводів дисплея. Зовнішній вигляд підготовленого дисплея з I2C модулем-перехідником показано на рис. 3.8.



Рисунок 3.8 – ПК дисплей LCD 1602 та I2C модуль-перехідник

Під'єднання ПК дисплея з підтримкою I2C до плати, представлене на рис. 3.9, здійснюється при використанні чотирьох проводів різних кольорів:

- чорний - заземлення дисплея до заземлення на платі;
- червоний - вивід живлення дисплея (VCC) до порту на 5V ;
- фіолетовий - SDA до піна A4;
- бузковий - SCL до піну A5.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

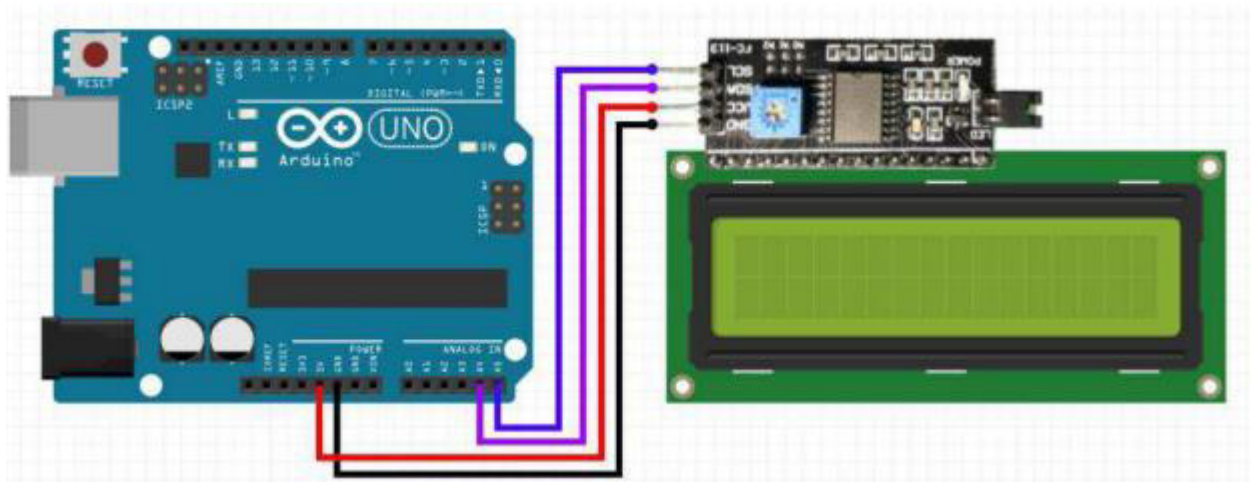


Рисунок 3.9 – Під’єднання дисплея до плати Arduino UNO

Для взаємодії дисплея та контролера за протоколом I2C необхідно підключити дві бібліотеки:

- Wire.h [18] представлена у Arduino IDE, яка у свою чергу є ПЗ мікроконтролерів Arduino;
- LiquidCrystal_I2C.h [19], яка містить значну кількість команд для керування монітором по шині I2C і дає змогу створити скетч простішим та коротшим. Після під’єднання дисплея необхідно інстальювати бібліотеку LiquidCrystal_I2C.h додатково.

Скетч (програма), що працює в нашому контролері, представлено у додатку Б.

Дисплей з виведенням на нього інформації про поточну швидкість показаний на рис. 3.10.



Рисунок 3.10 – Дисплей електросамокату

Для кріплення отриманого дисплея на корпусі електросамокату, можна

					<i>КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

скористатися як готовими корпусами для дисплея, так і змодельованим самостійно, наприклад із застосуванням 3D- друку (рис. 3.11).

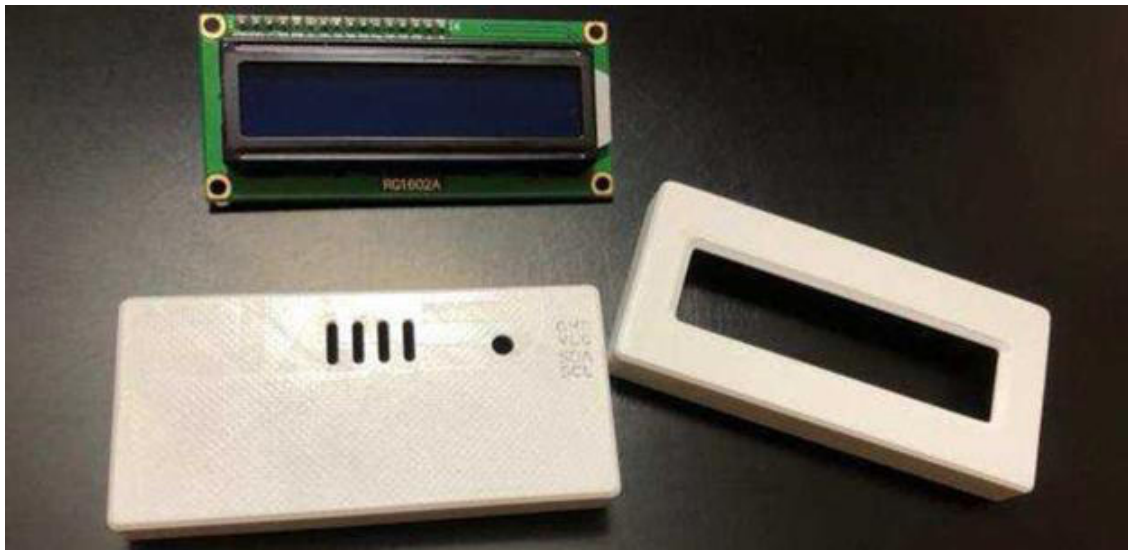


Рисунок 3.10 – Корпус для LCD 1602, надрукований на 3D принтері

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Соціальне значення охорони праці

Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні росту ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення їх безпеки, зниження виробничого травматизму і профзахворювань [20]. Соціальне значення охорони праці проявляється в зростанні продуктивності праці, збереженні трудових ресурсів і збільшенні сукупного національного продукту.

Охорона праці полягає в сприянні росту ефективності виробництва, яке досягається шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення їх безпеки, зниження виробничого травматизму і профзахворювань.

Зростання продуктивності праці відбувається в результаті збільшення фонду робочого часу завдяки скороченню внутрішньо-змінних простоїв шляхом ліквідації мікротравм або зниження їх кількості, а також завдяки запобіганню передчасного стомлення шляхом раціоналізації і покращення умов праці та введенню оптимальних режимів праці і відпочинку та інших заходів, які сприяють підвищенню ефективності використання робочого часу.

Важливим питанням є зростання продуктивності праці, яка відбувається в результаті збільшення фонду робочого часу завдяки скороченню внутрішньозмінних простоїв шляхом ліквідації мікротравм або зниження їх кількості, а також завдяки запобіганню передчасного стомлення шляхом раціоналізації і покращення умов праці та введенню оптимальних режимів праці і відпочинку та інших заходів, які сприяють підвищенню ефективності використання робочого часу [20].

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Мостовий В.О.</i>				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>
<i>Керівник.</i>		<i>Баран І.О.</i>					<i>Аркушів</i>
<i>Реценз.</i>					ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-42		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М</i>					

Особливої уваги заслуговує те, що збереження трудових ресурсів і підвищення професійної активності працюючих відбувається завдяки покращенню стану здоров'я і подовженню середньої тривалості життя шляхом покращення умов праці, що супроводжується високою трудовою активністю і підвищенням виробничого стажу. Підвищується професійний рівень також завдяки зростанню кваліфікації і майстерності. Відповідно і збільшення сукупного національного продукту відбувається завдяки покращенню вищеперелічених показників та їх складових компонентів. Збереження трудових ресурсів і підвищення професійної активності працюючих відбувається завдяки покращенню стану здоров'я і подовженню середньої тривалості життя шляхом покращення умов праці, що супроводжується високою трудовою активністю і підвищенням виробничого стажу. Підвищується професійний рівень також завдяки зростанню кваліфікації і майстерності. Збільшення сукупного національного продукту відбувається завдяки покращенню вищеперелічених показників та їх складових компонентів. Крім того, соціальне значення охорони праці проявляється в зростанні продуктивності праці, збереженні трудових ресурсів.

Комплекс заходів з поліпшення умов праці може забезпечити приріст продуктивності праці на 15-20%. Так, нормалізація освітлення робочих місць збільшує продуктивність на 6-13% та скорочує брак на 25%. Раціональна організація робочого місця підвищує продуктивність праці на 21%, раціональне фарбування робочих приміщень – на 25% [21]. Збільшення ефективного фонду робочого часу може бути досягнуто за рахунок скорочення тимчасової непрацездатності працівників внаслідок хвороб та виробничого травматизму.

4.2 Методи боротьби з монотонністю праці на виробництві

У перекладі з грецької монотонність означає одноманітність. Монотонною вважається робота, яка відповідає таким ознакам: невелика кількість виконуваних дій, простота дій, часта повторюваність дій. Таким чином робота з

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

розроблюваною комп'ютерною системою є монотонною, оскільки оператор повинен лише перемикатись між давачами, слідкувати за їхніми показами і фіксувати їх, а також час від часу вносити поправки в налаштування [21].

В залежності від виду роботи і навантаження на організм людини виділяють два типи монотонності:

– рухова монотонність – характерна для робіт, де основне навантаження припадає на опорно – руховий апарат. Така робота характеризується одноманітними рухами і діями, а основне навантаження припадає на якусь обмежену групу м'язів. Прикладом таких робіт є прості верстатні роботи, робота на конвеєрі, ручні допоміжні роботи, тощо;

– сенсорна монотонність – характерна для робіт, пов'язаних з обробкою інформації. В них вимагається постійне напруження сенсорних органів, уваги, пам'яті. Прикладом таких робіт є тривале пасивне спостереження.

При тривалому виконанні монотонних робіт у працівників виникає втома, зменшується увага, погіршується якість виконаної роботи. Це все може призвести до помилкових дій і аварійних ситуацій. В довго строковій перспективі монотонна робота може мати такі наслідки:

– швидкий розвиток втоми в зв'язку з локалізацією м'язових і нервових навантажень;

– гіподинамія;

– розвиток неврозів;

– незадоволення роботою і зниження творчої активності працівника;

– підвищена плінність кадрів.

Для боротьби з монотонністю існують два підходи:

– зробити роботу менш одноманітною. Для цього робочий процес потрібно переробити так, щоб кількість окремих робіт зменшилась, але вони стали більш складними, наприклад об'єднати кілька простих процесів в один складний. Також, можна регулювати навантаження в залежності від стану робітників, наприклад, при роботі за конвеєром можна пускати його швидше чи повільніше;

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– додати сторонні подразники. Оскільки однією з причин монотонності є мала кількість подразників, то можна збільшити їх штучно, наприклад ввімкнувши на робочому місці музику. Звісно додавати додаткові подразники можна лише за умови, якщо вони не будуть відволікати працівників від основної роботи.

При роботі з розроблюваною системою перший метод не підходить, оскільки слідкувати за вимірними параметрами потрібно з певною частотою, яку не можна змінити.

Також потрібно чергувати монотонну працю з якоюсь іншою [22]. При зміні діяльності потрібно враховувати наступне:

– операції, що підбираються для чергування, не повинні завантажувати ті самі органи й системи організму. Доцільно чергувати фізичну роботу з розумовою, навантаження на орган зору з роботою, де беруть участь інші аналізатори (слухові, дотикальні й ін.), роботу з керування механізмами — з ручною працею;

– при зміні форм діяльності необхідно враховувати вік працівників, тому що в молодих людей цей метод дає більший ефект, чим у людей похилого віку;

– систематичне чергування видів праці можна вводити лише тоді, коли працівники повністю опановують кожною з виконуваних операцій;

– робота, що сполучається, повинна бути помірною або легшою, порівняно з основною; – при сполученні робіт найкращого результату можна досягти коли більш інтенсивна робота замінюється менш інтенсивною, важча й складніша — простішою;

– чергуючі роботи повинні відрізнятися за характером робочої пози, навантаженням на різні ланки рухового апарата, забезпечувати перемикання діяльності з одних м'язових груп на інші. Статична напруга м'язів у відомих межах є стимулятором динамічної роботи. Це необхідно враховувати при сполученні робіт;

– залежно від швидкості перебудови робочого динамічного стереотипу (це залежить від складності робіт) чергування виконуваних робіт у часі може

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюватися протягом робочої зміни, тижня або більше тривалих відрізків часу;

– на ділянках з несприятливими умовами праці сполучення операцій застосовується з метою скорочення часу впливу несприятливих факторів на організм людини.

					<i>КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		49

ВИСНОВКИ

У ході виконання випускної кваліфікаційної роботи було досліджено конструкцію електросамокату, його системи управління, основи запобігання зіткнень, також вивчено інструментарій для здійснення даного процесу.

При виконанні роботи було проведено огляд предметної галузі, аналіз технічного завдання на роботу, вивчено існуючі аналоги та сформовано вимоги до датчиків регулювання швидкості.

Виходячи з отриманих даних, можна стверджувати, що більшість систем запобігання зіткнень для електросамокатів були розроблені завдяки багатому досвіду, накопиченому під час виробництва автомобілів, мотоциклів, мопедів та багатьох інших ТЗ.

Було додано контролер, за допомогою якого реалізовано додатковий функціонал - виведення швидкості руху електросамокату на РК дисплей. Також реалізовано можливість подальшого розширення функціоналу контролера за допомогою під'єднання додаткових пристроїв системи керування електросамокату. Були вивчені та розроблені датчики запобігання зіткненням електросамокату.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Як працюють електросамокати. URL: <https://megaenergy.com.ua/blog-news/yak-pratsyuyut-elektrosamokati> (дата звертання: 29.04.2024).
2. Електросамокат: зручний та екологічний спосіб пересування. URL: <https://discover.ua/inspiration/elektrosamokat-zruchnyy-ta-ekolohichnyy-sposib-peresuvannya> (дата звертання: 29.04.2024).
3. Що таке електросамокат і як його правильно вибрати. URL: <https://techno.nv.ua/ukr/innovations/transport-dlya-hipsterov-cho-takoe-elektrosamokat-i-kak-pravilno-ego-podobrat-50016852.html> (дата звертання: 30.04.2024).
4. Міські та трюкові самокати: які бувають і як вибрати. URL: <https://zhelezzo.ua/ua/gorodskie-i-trjukovye-samokaty-kakie-byvajut-i-kak-vybrat.html> (дата звертання: 02.05.2024).
5. Ремонт електросамоката. URL: <http://chipmaker.com.ua/index.php?/topic/20073-ремонт-електросамоката/> (дата звертання: 02.05.2024).
6. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування. К.:НУХТ, 2004. 124 с.
7. Харабет О. Н. Вивчення класичної теорії автоматичного управління за допомогою сучасного персонального комп'ютера. Одеса : Бахва, 2014. 187 с.
8. Гоголюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування. Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2009. 280 с.
9. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. К.: Либідь, 2007. 656 с.
10. Компоненти САРД. URL: http://autoholding.net/502_komponenti_sard_Volkswagen_Phaeton.html#google_vignette (дата звертання: 04.05.2024).
11. З вітерцем: як розробити електросамокат за допомогою компонентів Infineon. URL: <https://td-bm.com.ua/blogs/z/uk/avtomaticheskij-z-vitercem-ak-rozrobiti-elektrosamokat-za-dopomogou-komponentiv-infineon/> (дата звертання: 06.05.2024).

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. HY-SRF05 ультразвуковий давач відстані. URL: <https://myproject.com.ua/hy-srf05-ultrazvukovij-datchik-vidstani-ua.html> (дата звертання: 07.05.2024).

13. Arduino. URL: <https://arduino.ua/cat130-arduino-original-italiya> (дата звертання: 09.05.2024).

14. Arduino. URL: <https://arduino.ua/cat130-arduino-original-italiya> (дата звертання: 09.05.2024).

15. Плата Arduino Uno R3 CH340 (Ревізія 2020 ATmega328P). URL: <https://arduinokit.com.ua/ua/p1137698825-plata-arduino-uno.html> (дата звертання: 10.05.2024).

16. LCD 1602 дисплей 16x2 зелений. URL: <https://electrochip.mk.ua/product/lcd-1602-displej-16h2-zelenyj/> (дата звертання: 12.05.2024).

17. I2C – перехідник. URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/i2c-lcd-adapter-na-pcf8574_84467.html (дата звертання: 12.05.2024).

18. Wire. URL: <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/wire/> (дата звертання: 13.05.2024).

19. LiquidCrystal_I2C. URL: <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/liquidcrystal-i2c/> (дата звертання: 13.05.2024).

20. Агєєв Є .Я. Основи охорони праці: Навчально-методичний посібник для самостійної роботи по вивченню дисципліни. Львів: «Новий Світ – 2000», 2009. 404 с.

21. Основи охорони праці: Підручник.; 3-те видання / За ред. К. Н Ткачука. К.: Основа, 2011. 480 с.

22. Основи охорони праці: Підручник.; 3-те видання, доповнене та перероблене / За ред. К. Н Ткачука. К.: Основа, 2011. 480 с.

23. Осухівська Г. М., Тиш Є. В., Луцик Н. С., Паламар А. М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

24. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

25. Kharchenko A., Bodnarchuk I., Yatsyn V. The Method for Comparative Evaluation of Software Architecture with Accounting of Trade-offs. *American Journal of Information Systems*. 2014. Vol. 2, No. 1. P. 20-25.

26. Shabliy N., Lupenko S., Lutsyk N., Yasniy O., Malyshevska O. Keystroke dynamics analysis using machine learning methods. *Applied Computer Science*. 2021. Vol. 17, No. 4. P. 75-83.

					КС КРБ 123.322.00.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А.
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“Затверджую”

Завідувач кафедри КС

_____ Осухівська Г.М.

“ ____ ” _____ 2024 р

**КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ
ЕЛЕКТРОСАМОКАТАМИ З ПОПЕРЕДЖЕННЯМ ЇХ ЗІТКНЕНЬ**

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на _8_ листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н., доц. Баран І.О.

« ____ » _____ 2024 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІс-42

_____ Мостовий В.О.

« ____ » _____ 2024 р.

Тернопіль 2024

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютеризована система керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.322.00.00

1.2 Виконавець

Студент групи СІс-42, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерної інженерії, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Мостовий Василь Олександрович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№ 4/7-468 від 26.04.2024 р.)

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 27.04.2024 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 24.06.2024 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Порядок оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу здійснюється у відповідності до чинних норм та правил ІСО, ГОСТ, ЕСКД, ЕСПД та ДСТУ.

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи.

Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи на 90% , наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи відбувається шляхом захисту на відповідному засіданні ЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Комп'ютеризована система керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень призначена для забезпечення додаткового керування електричним самокатом із уникненням зіткнень.

До складу системи повинні входити як апаратна складова, так і програмна.

Доцільність створення системи зумовлена тим, що у частини електросамокатів немає екрану для відображення швидкості, а у переважної більшості електросамокатів відсутні можливості звукової сигналізації про можливе зіткнення.

2.2 Мета створення системи

Основна мета розробки комп'ютеризованої системи керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень полягає у проектуванні конструкції системи додаткового управління електросамокатом та розробці системи запобігання зіткненням електросамокатів.

Для того, щоб досягти поставленої мети роботи, необхідно розв'язати наступні задачі:

- вивчити будову електросамокату;
- вивчити види комплектів керування електросамокатів для самостійного збирання;
- спроектувати систему додаткового керування електросамокатом;
- дослідити наявні системи регулювання швидкості та автогальмування;

- вивчити схеми під'єднання систем;
- розробити (вибрати) відповідну систему;
- реалізувати схему із вбудованим давачем.

2.3 Характеристика об'єкту

2.3.1 Основні задачі та функції об'єкту

Передбачається розробити прототип системи управління електросамокатами з попередженням їх зіткнень. Основні функції, що вимагають реалізації в комп'ютеризованій системі керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень, що розробляється:

- стеження за об'єктами, що рухаються попереду;
- попередження про зближення з об'єктом, що пересувається (перебуває) попереду;
- активація гальма (за необхідності);
- автоматичне регулювання швидкості за заданими даними.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Система повинна бути спроектована так, щоб до її складу без особливих зусиль можна інтегрувати різні елементи управління, а також нові пристрої, не порушуючи при цьому структуру системи.

У проєктованій системі повинні бути забезпечені:

- надійність роботи апаратної частини;
- інтеграція з іншими виробниками пристроїв;
- точність детектування завади;
- продуктивність роботи програмного забезпечення;
- часова ефективність.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

До структури та функціонування комп'ютеризованої системи керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень входять:

- електросамокат;
- ультразвуковий давач відстані HY-SRF05;
- I2C – перехідник;
- рідкокристалічний дисплей LCD 1602
- контролер Arduino Uno з процесором ATmega 328;
- додатковий мікроконтролер ATmega16U2
- системне та прикладне програмне забезпечення Arduino.

В цілому, концептуальна модель комп'ютеризованої системи керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень повинна описувати предметну область.

Для прийому та обробки даних використовується мікроконтролер.

3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Пропоноване рішення застосовує CAN (Controller Area Network), який є інтерфейсом керування електричними пристроями транспортного засобу.

3.1.3 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностика комп'ютеризованої системи керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень відбувається у відповідності до затвердженого розкладу профілактичних заходів.

3.1.4 Перспективи розвитку, модернізація системи

Перспективами розвитку та модернізації комп'ютеризованої системи керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень є можливість подальшого розширення функціоналу контролера за допомогою під'єднання додаткових пристроїв системи керування електросамокату.

Існуюча апаратна складова системи при цьому не повинна зазнавати значних змін, а програмне забезпечення системи повинно передбачати гнучкість та здатність до масштабування.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Комп'ютеризована система керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень повинна бути захищена на як на фізичному, так і на програмному рівнях. Фізичний рівень захисту повинен забезпечувати надійність щодо доступу до апаратного забезпечення, зокрема мікроконтролера та під'єднаних до нього компонентів.

Програмний рівень захисту повинен передбачати захист від сторонніх втручань і впливів.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функціональні вимоги та задачі, які повинна реалізовувати комп'ютеризована система керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень полягають в наступному:

- можливість якісного визначення завади;
- передача даних від мікроконтролера;
- припинення роботи у разі виявлення несправностей;
- надання точних та адекватних результатів на запит користувачів;
- забезпечення часової ефективності роботи системи;
- забезпечення зручності використання програмної частини.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

- ультразвуковий давач відстані HY-SRF05;
- I2C – перехідник;
- рідкокристалічний дисплей LCD 1602;
- мікроконтролер Arduino Uno на базі процесора ATmega 328;
- мікроконтролер ATmega16U2;

3.1.8 Вимоги до програмного забезпечення

Системне програмне забезпечення Arduino із під'єднанням додаткових бібліотек Wire.h та LiquidCrystal_I2C.h.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:

- 1 Схема роботи електросамокату.
- 2 Схеми автоматичного керування та регулювання.
- 3 Під'єднання ультразвукового датчика відстані HY-SRF05 до Arduino.
- 4 Під'єднання дисплею до плати Arduino UNO.

*Примітка: У комплект документації можуть вноситися міни та доповнення в процесі розробки.

5 Техніко-економічні показники

Планована собівартість комп'ютеризованої системи керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень повинна становити не більше 2 000 грн.

*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	27.04 – 29.04
2.	Розробка технічного завдання	30.04 – 02.05

3	Підбір джерел про системи керування електросамокатами	03.05 – 08.05
4.	Опрацювання літературних джерел	09.05 – 12.05
5.	Виконання дослідження щодо розробки системи керування електросамокатами з попередженням їх зіткнень	13.05 – 16.05
6.	Написання програмного коду	17.05 – 20.05
7.	Оформлення розділу «Аналіз технічного завдання»	21.05 – 27.05
8.	Оформлення розділу «Проектна частина»	28.05 – 31.05
9.	Оформлення розділу «Практична частина»	01.06 – 05.06
10.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	06.06 – 08.06
11.	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06 – 11.06
12.	Нормоконтроль	09.06 – 12.06
13.	Перевірка на плагіат	11.06 – 14.06
14.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	14.06 – 17.06
15.	Захист кваліфікаційної роботи	25.06

7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

Під час виконання кваліфікаційної роботи у дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Додаток Б

Програмний код для програмування системи

```
#define PIN_TRIG 12
#define PIN_ECHO 11

long duration, cm;

void setup() {
  // Ініціалізуємо взаємодію по послідовному порту
  Serial.begin (9600);
  // Визначаємо входи і виходи
  pinMode(PIN_TRIG, OUTPUT);
  pinMode(PIN_ECHO, INPUT);
}

void loop() {
  // Спочатку генеруємо короткий імпульс тривалістю 2-5 мікросек.
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH);
  // Виставивши високий рівень сигналу, чекаємо близько 10 мікросек
  // У цей момент давач надсилатиме сигнали з частотою 40 КГц.
  delayMicroseconds( 10);
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
  // Час затримки акустичного сигналу на ехолотаторі.
  duration = pulseIn(PIN_ECHO, HIGH);
  // Тепер залишилося перетворити час на відстань
  cm = (duration / 2) / 29.1;

  SerialPrmt("Відстань до об'єкта:");
  Serial.print(cm);
  Serial.println(" див.");

  // Затримка між вимірами для коректної роботи скеча
  delay (250);
}
```



```
#include <NewPing.h>

#define PIN_PING 12 // Пін з Arduino з'єднаний з пінами trigger
// та echo на давачі відстані

#define MAX_DISTANCE 200 // Максимальна відстань, яку ми здатні
// контролювати (400-500см).

NewPing sonar(PIN_PING, PIN_PING, MAX_DISTANCE);
// Регулювання пінів та максимальної відстані void
setup() {
  Serial.begin(9600); // Відкривається протокол із даними та
// частотою передачі 115200 біт/сек.
}
void loop() {
  delay(50); // Затримка 50 мс між генерованими хвилями.
// 29 мс - мінімально допустиме значення
  unsigned int distanceSm = sonar.ping();
// Створення сигналу, отримання параметра
// його тривалості мкс (uS).
  Serial.print("Ping: ");
  Serial.print(distanceSm / US_ROUNDTRIP_CM);
// Перерахунок параметра часу у величину відстані та виведення
// результату (0 відповідає виходу за допустиму межу)
  Serial.println("cm");
}
```