

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему:

**«АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ
ОСВІТЛЕННЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ»**

Виконав: здобувач 4-ого курсу
спеціальності 151 «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»

Лаврів А.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Пташник В. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Магац М. І.

(прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ-2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)

д.т.н., професор, Тригуба А. М.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ ” 202 року

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

Лаврів Андрій Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Автоматизація системи керування зовнішнім освітленням легкового автомобіля»

керівник роботи к.т.н., доцент., Пташник В. В.

(наук. ступінь, вч. звання, прізвище, ініціали)

затверджені наказом Львівського НУП від 30.12.2022 року №453/к-с

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: характеристика систем зовнішнього освітлення легкового автомобіля; паспорти та технічна документація датчиків освітлення, елементів головного освітлення та відповідних мікропроцесорних систем; науково-технічна і довідкова література;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Аналіз систем освітлення легкового автомобіля

2. Вибір засобів автоматизації елементів системи освітлення

3. Реалізація системи зовнішнього освітлення автомобіля

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

Графічний матеріал подається у вигляді презентації

6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	<i>Пташник В. В., к.т.н., доцент</i>			
4	<i>Городецький І. М., к.т.н., доцент</i>			

7. Дата видачі завдання 30 грудня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	<i>Складання інженерної характеристики об'єкту проектування</i>	<i>01.01.2023 – 31.01.2023</i>	
2	<i>Вибір методів та засобів автоматизації процесу управління зовнішнім освітленням легкового автомобіля</i>	<i>01.02.2023 – 28.02.2023</i>	
3	<i>Проектування автоматичної системи управління зовнішнім освітленням легкового автомобіля</i>	<i>01.03.2023 – 31.03.2023</i>	
4	<i>Обґрунтування економічної ефективності прийнятих рішень</i>	<i>01.04.2023 – 15.04.2023</i>	
5	<i>Розгляд питань з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях</i>	<i>16.04.2023 – 30.04.2023</i>	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та презентаційного матеріалу</i>	<i>01.05.2023 – 31.05.2023</i>	
7	<i>Завершення роботи в цілому. Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи</i>	<i>01.06.2023 – 10.06.2023</i>	

Здобувач Лаврів А. Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи Пташник В. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 681.521 / 681.518

Автоматизація системи керування зовнішнім освітленням легкового автомобіля. Лаврів А.Л. Кафедра інформаційних технологій – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023.

Кваліфікаційна робота: 68 сторінок текстової частини, 36 рисунків, 11 джерел літератури, 4 додатків.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в проектуванні та подальшому дослідженні автоматизованої системи керування зовнішніми освітлювальними приладами легкового автомобіля для підвищення комфорту його експлуатації та безпеки на дорозі.

Об'єктом дослідження є програмні алгоритми та технічні засоби, необхідні для функціонування та автоматичного керування системами зовнішнім освітленням автомобіля.

Предмет дослідження вивчає особливості процесу автоматизації керування зовнішнім освітленням автомобіля.

У роботі проаналізовано предметну область, визначено основні підсистеми освітлення автомобіля для автоматизації, розглянуто існуючі аналоги та визначено їх функціональні можливості. Окреслено можливу сферу вдосконалення. Обґрунтовано особливості реалізації та практичного використання елементів системи автоматизації зовнішнього освітлення автомобіля. Запропоновано такі елементи системи як автоматизація ввімкнення ближнього світла, активне дальнє світло, автоматизація роботи підфарників та аварійних ліхтарів. Здійснено проектування системи автоматизації освітлення у відповідності до існуючих методик. Проведено аналіз травматичних ситуацій при виконанні різних робіт у сфері використання комп'ютерної техніки, викладено питання охорони праці.

Ключові слова: автоматизація, система освітлення, автомобільний транспорт, Arduino, безпека дорожнього руху.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СИСТЕМ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ АВТОМОБІЛЯ	8
1.1 Система зовнішнього освітлення	8
1.2 Для чого потрібні ввімкнені фари.....	9
1.3 Для чого необхідне активне дальнє світло	10
1.4 Коли необхідне ввімкнення аварійних ліхтарів	13
1.5 Габаритні вогні(підфарники).....	14
1.6 Існуюча система автоматизації зовнішнього освітлення.....	16
РОЗДІЛ 2 Вибір засобів автоматизації елементів системи освітлення.....	20
2.1 Проект автоматизації зовнішнього освітлення.....	20
2.2 Автоматизація ввімкнення ближнього світла	22
2.3 Автоматизація переключення дальнє-ближнє.....	28
2.4 Автоматизація ввімкнення підфарників	33
2.4 Автоматизація ввімкнення аварійних ліхтарів.....	38
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	44
3.1. Функціональні можливості запропонованої системи.....	44
3.2 Підсистема керування ввімкненням ближнього світла	47
3.3. Підсистема керування дальнє-ближнє	48
3.4. Підсистема керування підфарниками	49
3.5. Підсистема керування аварійними ліхтарями	51
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	52
4.1 Загальні положення охорони праці	52
4.2 Навчальний інструктаж та перевірка знань з охорони праці.....	53
4.3 Дія електричного струму на організм людини	55
4.4 Протипожежна профілактика та пожежна безпека	58
4.5. Обладнання робочого місця з точки зору ТБ.....	59
ВИСНОВКИ	60

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ДОДАТКИ	63
ДОДАТОК А Код для систем автоматизації	64
ДОДАТОК Б Код для калібрування датчика освітленості	66
ДОДАТОК В Код для калібрування енкодера	67
ДОДАТОК Г Код для калібрування акселерометра.....	68

ВСТУП

Автоматизація зовнішнього освітлення автомобіля – це надзвичайно важлива тема для нашого життя. Велика частка автомобільних аварій трапляється саме через освітлення автомобіля. Багато водіїв забувають про ввімкнення фар, ввімкнення аварійних ліхтарів, переключення з дальнього світла на ближнє. Все це наражає на небезпеку як самого водія так і всіх навколо. Автоматизація освітлення допоможе водіям дотримуватись правил дорожнього руху і в першу чергу допоможе зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод на дорозі.

Безліч автомобільних компаній почали розробки автоматизованого освітлення автомобіля, та нажаль більшість з них дають дуже мало, працюють лише з їх моделями авто і дуже дорогі. Саме тому було прийнято рішення про початок цього проекту, щоб по його закінченню, у водіїв з'явився варіант як автоматизувати свій автомобіль.

В даній роботі будуть розглянуті системи зовнішнього освітлення автомобіля, їх будову та призначення. Також розглядається аналогічна система автоматизації зовнішнього освітлення від великої автомобільної компанії.

Будуть розглянуті різні види датчиків, та схеми їх підключення. В повній мірі розкрито характеристики і обґрунтування кожного з заданих варіантів і окремо описані датчики що вибрані для самого проекту.

Буде спроектовано схему підключення даної роботи, написаний код для використання цієї системи, а також коди для калібрування кожного з датчиків для коректної роботи після встановлення в автомобіль.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СИСТЕМ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ АВТОМОБІЛЯ

1.1 Система зовнішнього освітлення

Основне покликання системи зовнішнього освітлення – забезпечувати водієві можливість пересуватися на автомобілі в темний час доби, позначати себе на дорозі, попереджати інших учасників дорожнього руху про будь-які маневри, будь то зміна напрямку руху, гальмування або зміна смуги руху.

До системи зовнішнього освітлення належать фари головного освітлення з лампами ближнього і дальнього світла. Також у блоці фари головного освітлення додатково встановлено лампи показників поворотів, габаритних вогнів, залежно від комплектації лампи додаткового підсвічування при повороті (див. рис. 1).

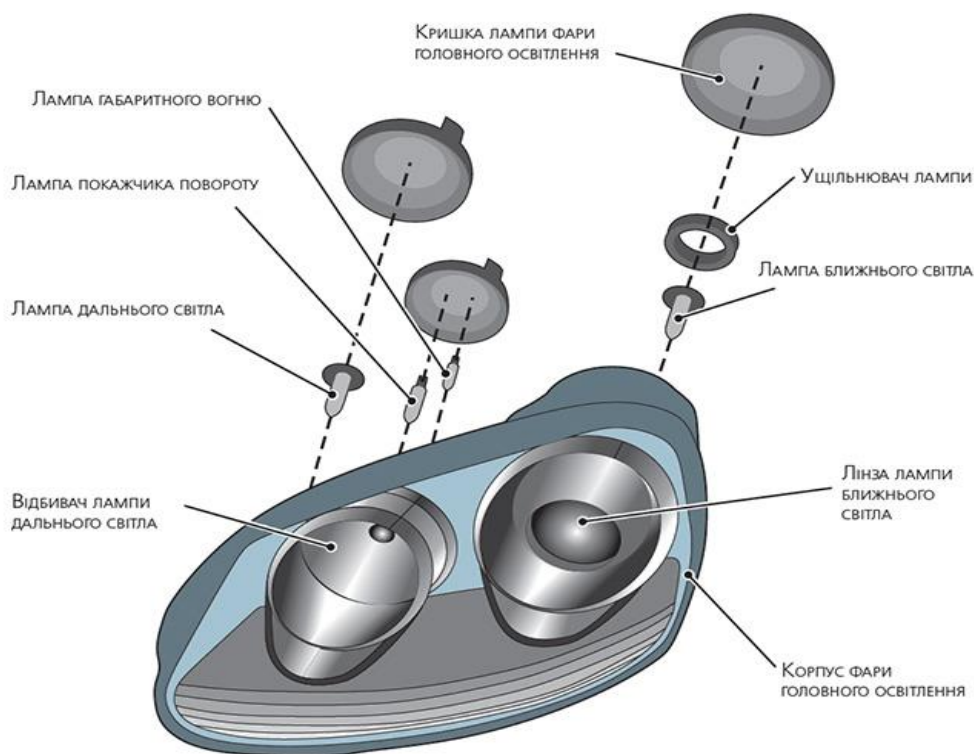


Рисунок 1 – Будова фари

Система освітлення і світлової сигналізації забезпечує безпеку руху. У неї входять освітлювальні і світлові сигнальні прилади, що утворюють дві взаємопов'язані між собою підсистеми, і різна комутаційна апаратура. До освітлювальних приладів відносяться фари головного світла, протитуманні фари і фари заднього ходу. Світлосигнальні прилади містять габаритні і стоянкові вогні, покажчики повороту, сигнали гальмування (див.рис.2).

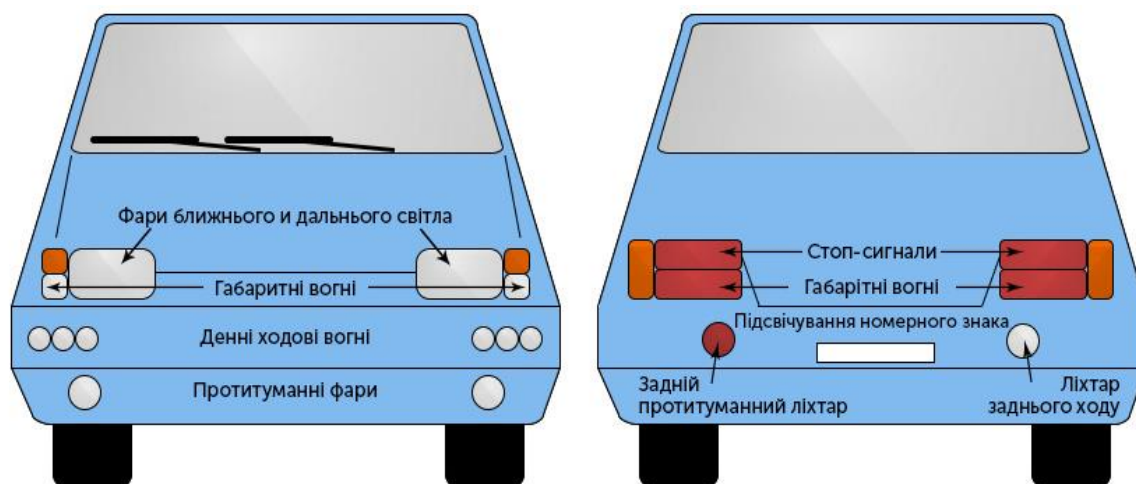


Рисунок 2 – Види фар на автомобілі

1.2 Для чого потрібні ввімкнені фари

В Україні з 1 жовтня по 1 травня на всіх механічних транспортних засобах поза населеними пунктами повинні бути включені денні ходові вогні, а в разі їх відсутності в конструкції транспортного засобу – ближнє світло фар. Це правило діє цілодобово, тобто і у світлий час доби.

Це передбачено пунктом 9.8 Правил дорожнього руху, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 1306.

Так, необхідність увімкнення додаткового освітлення, в тому числі у світлу пору доби, пояснюється необхідністю позначення механічних транспортних засобів, що рухаються.

За невиконання цієї норми, яка з'явилася у ПДР у 2013 році, вас може зупинити поліція. Санкція за таке порушення - попередження.

Тому відповідно до п. 1.10 ПДР денні ходові вогні - зовнішні світлові прилади білого кольору, передбачені конструкцією автомобілю. Вони установлені спереду транспортного засобу і призначені для покращення видимості транспортного засобу під час його руху у світлий час доби.

Чому потрібно вмикати фари вдень? Взагалі це правило з денними ходовими вогнями введено для того, щоб зменшити кількість аварійних ситуацій під час нестабільної погоди. Це потрібно для того, щоб в холодну пору року було легше побачити транспорт на дорозі. Тому дуже важливо пам'ятати про власну безпеку та безпеку інших під час керуванням авто і не забувати вмикати фари і в складні погодні умови [1].

1.3 Для чого необхідне активне дальнє світло

У Правилах дорожнього руху йдеться, що користуватися дальнім світлом фар дозволяється як у населеному пункті, так і за його межами, але при цьому повинна гарантуватися безпека як зустрічних транспортних засобів, так і транспортних засобів, що рухаються в попутному напрямку. У зв'язку з цим обумовлюється й мінімальна відстань, при якій необхідно перемикатися з дальнього на ближнє світло фар, — не менше 250 метрів до зустрічного транспортного засобу (див. рис. 3).



Рисунок 3– Різниця освітлення ближніх фар з дальніми

Крім того, водій зобов'язаний перейти на ближнє світло за першою вимогою інших учасників руху, оскільки він, сам того не усвідомлюючи, може засліплювати інших водіїв. Отже, не можна користуватися дальнім світлом фар, якщо ви рухаєтесь за кимось: світло ваших фар, відбиваючись у дзеркалах заднього виду автомобіля, що рухається перед вами, може засліпити його водія (див. рис. 4). Крім того, процедура користування світловими приладами чітко обумовлено. Правилами дорожнього руху: якщо ви когось засліпите, то це безпосередньо може стосуватися й вашої власної безпеки, особливо якщо ви рухаєтесь на дорозі, де немає розділової клумби [2].



Рисунок 4 – Наслідки засліплення дальнім світлом

Біля 10-15% всіх дорожньо-транспортних пригод в темний час доби стається через засліплення водія. В темряві чутливість людського ока в декілька раз вища, ніж в світлий час доби. При кожному моменті засліплення виникає світловий удар на очі. Хоч очі достатньо легко з цим справляються, є одна негативна ситуація - це адаптація до нормального рівня освітлення, який виникає за відносно довгий час - від 10 до 30 секунд. Не дивлячись на те, що діють жорсткі вимоги до регулювання фар, засліплення водія зустрічними транспортними засобами все рівно відбувається. Виникає це через те, що неможливо встановити оптичні системи фар транспортного засобу з досить різким кутом світлового потоку.

1.4 Коли необхідне ввімкнення аварійних ліхтарів

Не менш важливим елементом зовнішнього освітлення автомобіля є аварійні вогні. Розглянемо приклади їх використання.

ПРИ ДТП. Перше, що потрібно зробити при ДТП, – натиснути "аварійку". І це навіть не примха правил, а захід безпеки, продиктований досвідом. Ввімкнена "аварійка" – знак небезпеки для інших водіїв. Побачивши його, вони повинні, як мінімум, знизити швидкість, що, своєю чергою, вбереже від біди і їх, і тих, хто вже в неї потрапив. Від різкого сповільнення авто через зіткнення автомобілів вмикаються аварійні ліхтарі, щоб в випадку травмування водія все одно іншим учасникам дорожнього руху було видно що сталась дорожньо-транспортна пригода і не виникло додаткових ушкоджень.

ВИМУШЕНА ЗУПИНКА. Зупинка в місцях, де це заборонено, повинна обов'язково супроводжуватися ввімкненням "аварійки". Чи це поломка, чи перешкода, яку не можна об'їхати, рука водія автоматично повинна потягнутися до червоного трикутника, щоб убезпечити й себе, і тих, хто ще не встиг помітити зупинену машину та причину, через яку вона це зробила. При різкому сповільненні водій може не встигнути зреагувати ввімкнути аварійні ліхтарі що може призвести до ДТП з учасниками руху позаду авто.

КОЛИ ВОДІЙ "ОСЛП". "Засліпити" водія може дальнє світло як від автомобіля, що рухається назустріч, так і від того, що їде позаду. Водій, який зловив "зайчика", повинен обов'язково натиснути "аварійку" і почати повільно зменшувати швидкість, вирулюючи ближче до узбіччя чи краю проїзної частини. Через засліплення водій може запанікувати і різко «вдарити» по гальмах, що може наразити на небезпеку усіх учасників дорожнього руху.

ПІД ЧАС БУКСИРУВАННЯ. Коли виникла необхідність відбуксирувати інший автомобіль, потрібно пам'ятати, що "аварійка" повинна бути ввімкнена

саме на ньому. Якщо увімкнути аварійну сигналізацію на обох автомобілях, то інші учасники руху просто не дізнаються коли, і куди ви будете повертати.

КОЛИ ВАС ЗУПИНИЛА ПОЛІЦІЯ. У будь-якому випадку після зупинки автомобіля на дорозі співробітниками поліції автовласник повинен увімкнути аварійну сигналізацію. Навіть якщо зупинка була незаконною. Згідно з підпунктом "б" п. 9.9 Правил дорожнього руху, "аварійна світлова сигналізація повинна бути ввімкнена в разі зупинки на вимогу поліцейського". За порушення зазначених вимог в Адміністративному кодексі (ст. 122 ч. 2) на водія може бути накладено штраф у розмірі 425 гривень.

1.5 Габаритні вогні(підфарники)

Габаритні вогні — це габаритні вогні паркування, які розташовані спереду та ззаду автомобіля (див. рис. 5). Насправді вони використовуються для позначення розміру автомобіля. Вони встановлюються попарно або на одній лінії, і можуть бути частиною фар, а можуть розташовуватися окремо біля фар.

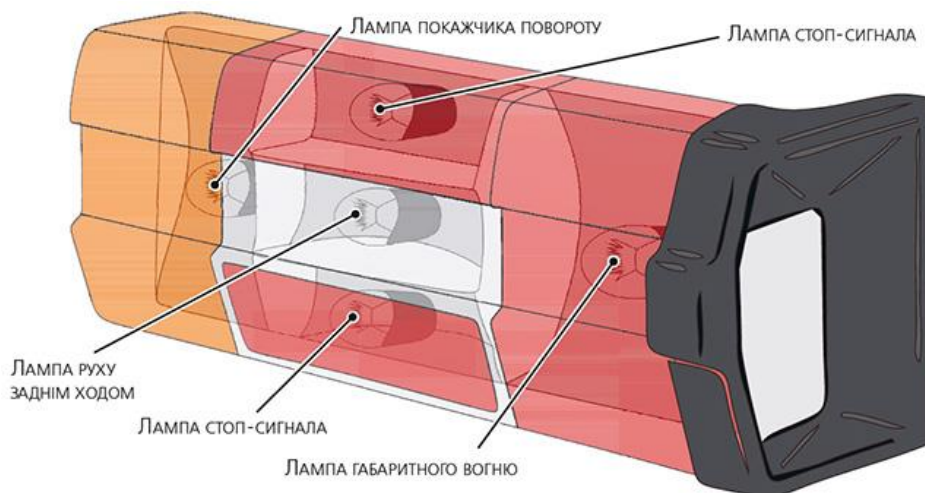


Рисунок 5 – Будова заднього ліхтаря

Паркувальні вогні слід включати при:

- поганій видимості надворі (нічний час, під час дощу, в тунелі);
- зупинки на узбіччі, проїжджій частині;
- паркуванні на пожвавлених місцях при поганій видимості.

Це зроблено для того, щоб інші водії могли бачити ваш автомобіль на узбіччі, на дорозі або на стоянці. Габаритні ліхтарі є альтернативою ближньому світлу. Також розрізняються в залежності від місця розташування:

1. Передні габаритні вогні. Вони також широко відомі як підфарні вогні та габаритні вогні. Вони встановлюються в один ряд в передній частині корпусу. У старих моделях їх наносили на крила.
2. Задні габаритні вогні. Вони знаходяться на одній лінії з обох боків автомобіля. Вантажівки та автобуси також мають їх зверху, щоб вказати висоту автомобіля. У нічний час доби повинні бути включені.
3. Бічні габаритні вогні. Використовується для позначення розміру автомобіля, якщо дивитися збоку вночі, особливо на перехрестях.

Зазвичай використовується на механічних автомобілях і причепах.

Правила дорожнього руху наказують, що всі автомобілі повинні бути оснащені габаритами. Крім того, взагалі заборонено їздити без увімкнення фар вночі або коли фари та задні ліхтарі не справні. Статтею 121 Кодексу України про адміністративні правопорушення передбачено накладення штрафу в розмірі двадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян за використання несправного освітлювального приладу в темну пору доби [3].

1.6 Існуюча система автоматизації зовнішнього освітлення

Активне дальнє світло (ActiveHighBeam - АНВ) – це система, яка використовує датчик камери, розташований у верхній частині лобового скла, щоб виявляти фари зустрічних транспортних засобів або задні ліхтарі автомобілів попереду та перемикати фари з дальнього на ближнє світло. Функція також може враховувати наявність вуличного освітлення. Дальнє світло знову вмикається, коли датчики камери більше не виявляють автомобілі, що наближаються спереду чи ззаду.

Автомобілі з галогенними фарами

Фари повертаються в режим дальнього світла приблизно через одну секунду після того, як датчики камери більше не визначають близькість фар зустрічних транспортних засобів або задніх габаритних вогнів транспортних засобів, що йдуть попереду.

Авто з активними ксеноновими фарами

Якщо активне дальнє світло має функцію автоматичного ввімкнення або вимкнення, режим освітлення перемикається на дальнє світло приблизно через одну секунду після того, як датчики камери перестануть виявляти фари зустрічних транспортних засобів або задні ліхтарі транспортних засобів, що рухаються попереду. Якщо активне дальнє світло має адаптивну функцію, на відміну від того, що відбувається при перемиканні на ближнє світло, світловий конус продовжує працювати в режимі дальнього світла від зустрічного транспорту або з боків автомобіля, що їде попереду - лише часткове затемнення конуса автомобіля (див. рис. 6).

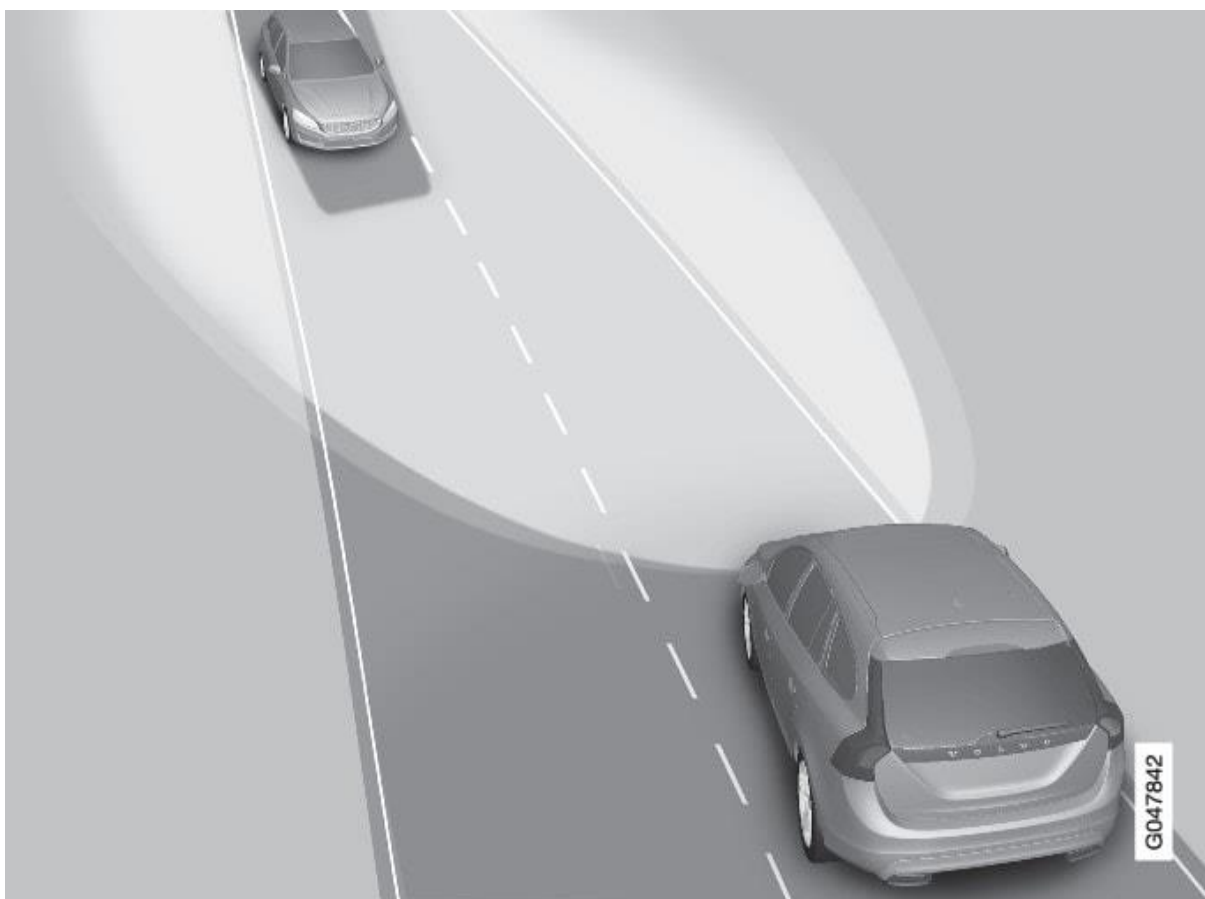


Рисунок 6 – Приклад засліплення

Адаптивна функція: ближнє світло вмикається безпосередньо в напрямку зустрічного руху, але дальнє світло продовжує працювати з обох боків автомобіля.

Фари повертаються в режим повного дальнього світла приблизно через одну секунду після того, як датчики камери більше не визначають близькість фар зустрічних транспортних засобів або задніх габаритних вогнів транспортних засобів, що йдуть попереду.

Увімкнення/вимкнення

АНВ можна увімкнути, коли встановлено елементи керування фарами

AUTO

(див. рис. 7)



Рисунок 7 – Підкермовий перемикач

Підрульові перемикачі і регулятори фар знаходяться в положенні AUTO.


Ця функція може бути активована під час їзди в темряві зі швидкістю приблизно 20 км/год або більше.

Увімкніть/вимкніть функцію АНВ, перемістивши лівий перемикач на кермі до керма (у кінцеве положення) і відпустивши його назад. Вимкнення функції під час увімкненого дальнього світла означає, що фари перемикаються безпосередньо на ближнє світло.

Автомобілі з аналоговою комбінованою панеллю приладів

Коли функцію АНВ увімкнено, на інформаційному дисплеї з'являється

СИМВОЛ .

Коли увімкнено дальнє світло, символ також загоряється на комбінованій панелі приладів . Для активних ксенонових фар те саме відбувається одразу після часткового вимкнення дальнього світла, тобто світловий конус світиться трохи яскравіше, ніж ближнє світло.

Автомобіль з цифровою комбінованою приладовою панеллю

Коли АНВ увімкнено, символ  на інформаційному дисплеї стає білим.

Коли вмикається дальнє світло, символ стає синім. Це також стосується активних ксенонових фар, коли дальнє світло частково затемнене, тобто одразу ж після того, як світловий конус став трохи яскравішим ніж ближнє світло [4 - 6].

РОЗДІЛ 2

Вибір засобів автоматизації елементів системи освітлення

2.1 Проект автоматизації зовнішнього освітлення

В даній роботі будуть розглянуті наступні системи:

- Автоматизація ввімкнення ближнього світла.
- Автоматизація переключення дальнє-ближнє світло.
- Автоматизація ввімкнення підфарників.
- Автоматизація ввімкнення аварійних вогнів.

Для програмування всіх датчиків буде використовуватись мікроконтролер Arduino. Характеристики мікроконтролерів доволі різні(див табл. 1)

Та вибір зупинився на ArduinoUno(див. рис. 8), він не є занадто великим для цієї роботи,має достатню кількість виводів,підходящу для нас робочу напругу і Flash-пам'ять. ArduinoMega є занадто великим для цього проекту адже нам не потрібна така велика кількість флеш-пам'яті та велика кількість виводів мікроконтролера,а ArduinoNano не має необхідного нам роз'єму живлення.



Рисунок 8 – Arduino Uno

Таблиця 1– Порівняння мікроконтролерів Arduino

Назва плати	Мікроконтролер						Піни	Піни з ШІМ	Аналог піни
	назва	Тактова частота, МГц	Робоча напруга В	флеш-пам'ять кБ	ЕСПЗУ кБ	ОЗУ кБ			
Uno	ATmega328P-PU	16	5	32	1	2	14	6	6
Mega 2560	ATmega2560	16	5	256	4	8	54	15	16
Nano	ATmega328	16	5	32	1	2	14	6	8

Arduino Uno – це пристрій на базі мікроконтролера ATmega328. Він містить все необхідне для роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можна використовувати як AUX-виходи), 6 аналогових входів, кристал 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішнього схемного програмування (ICSP), кнопка скидання. Щоб розпочати роботу з цим пристроєм, його необхідно підключити до адаптера змінного/постійного струму або акумулятора, або підключити до комп'ютера за допомогою USB-кабелю.

Характеристики

- Мікроконтролер ATmega328
- робоча напруга (логічний рівень) 5В;
- напруга живлення (рекомендована) 7-12В;
- напруга живлення (гранична) 6-20В;
- цифрові входи/виходи 14 (з них 6 можуть використовуватися як ШІМ-виходи);
- аналогові входи 6;

- максимальний струм одного виходу 40 мА;
- максимальний вихідний струм 3.3V 50 мА;
- flash-пам'ять 32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем;
- SRAM 2 КБ (ATmega328);
- EEPROM 1 КБ (ATmega328);
- тактова частота 16 МГц [7].

2.2 Автоматизація ввімкнення ближнього світла

Система зроблена з метою зменшити шанси що водій забуде ввімкнути фари коли починає рух. Це дозволяє краще бачити ваш рух на автомобілі для інших авто і пішоходів, що зменшує вірогідність ДТП.

Для цього був проведений аналіз багатьох різних датчиків та реле.

За допомогою реле буде включатись світло. Воно має значну потужність. Програмовані часові затримки. Нам потрібне реле з комутовою напругою від 5 В. Напруга управління від 3В. Активний рівень високий. Максимальний струм управління 12 мА.

Потужний одно каналний 1Rela Module High/Low Level Trigger на 30 А має вбудований оптичний зв'язок і схему, яка дозволяє вибирати полярність керування сигналу з логічної одиниці (5В) або нуля (0В, GND) шляхом переміщення перемикача. (див. рис. 9).

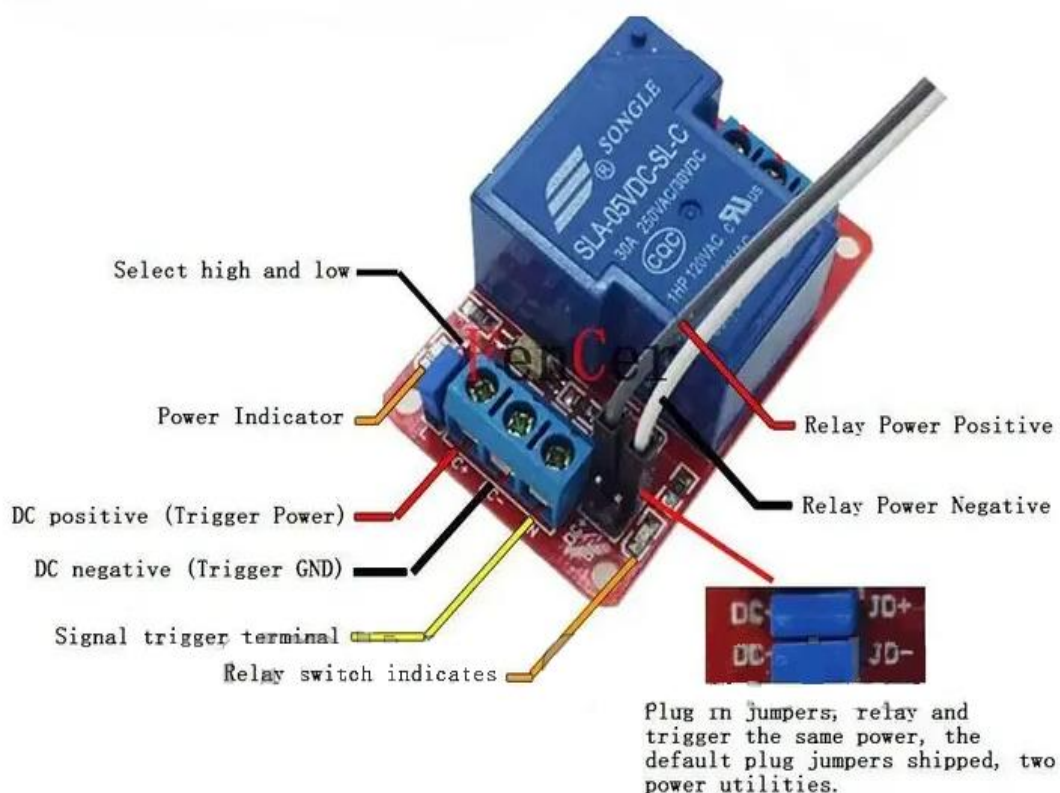


Рисунок 9 – Relay Module High/Low Level Triggeri

Реле може використовуватися для керування навантаженнями як постійного, і змінного струму. Максимальний струм навантаження – 30А.

Силова частина реле має три контакти – загальний (COM), нормально закритий (NC) та нормально відкритий (NO).

- Максимальний струм, перемикання 30 А
- Максимальна напруга, що перемикання (постійний струм.) 30 В
- Максимальна напруга, що комутується (змін.) 250 В
- Напруга живлення / напруга керування 5 В
- Споживаний струм 120 мА

Одноканальний реле модуль 1 Relay Module High/Low Level Trigger з вбудованою оптичною розв'язкою (див. рис. 10), а також зі схемою, для вибору полярності сигналу керування між логічною одиницею (5В) або нулем (0В, GND).



Рисунок 10 – Relay Module High/Low Level Trigger 2

Це реле можна використовувати для керування як постійним так і змінним струмом. Максимальний струм навантаження – 10 А.

Силова частина реле має три контакти – загальний (COM), нормально закритий (NC) та нормально відкритий (NO)

Для прикладу наводиться схема підключення даного датчика (див. рис. 11)

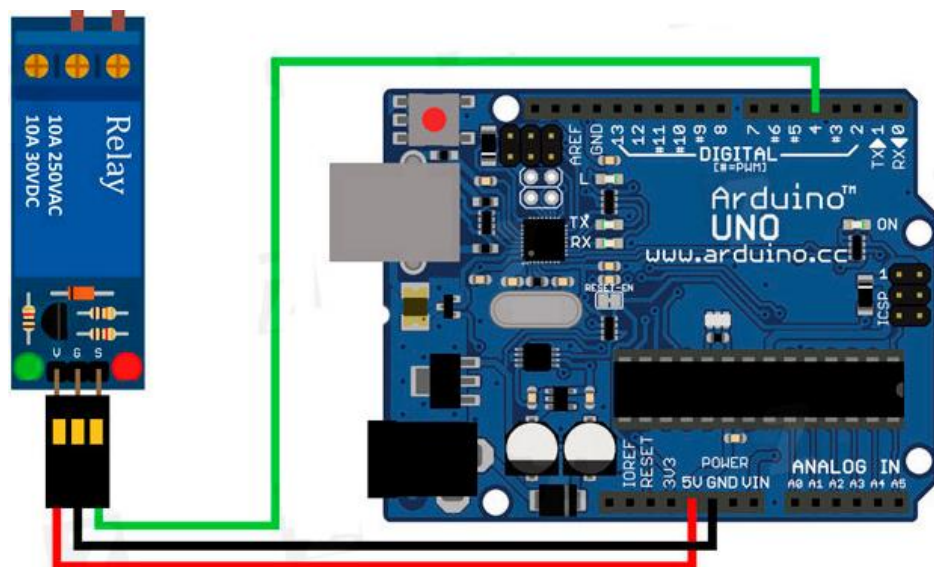


Рисунок 11 - Приклад підключення модуля

- Максимальний струм, що комутується 10 А
- Максимальна напруга, що комутується - постійна 28 В.
- Максимальна напруга, що комутується (змін.) 250 В
- Напруга живлення / напруга керування 5 В

Одноканальний реле модуль на базі реле твердотільного OMRON G3MB-202P (див. рис. 12) для управління навантаженнями змінного струму - двигунами, освітленням.



Рисунок 12 - OMRON G3MB-202P

- Керуючий струм - постійний, реле включається логічною "1".
- Комутована напруга 240 В
- Максимальний струм навантаження 2 А
- Напруга керування 5 В

Варіант підключення датчика до мікроконтролера подано (див. рис. 13)

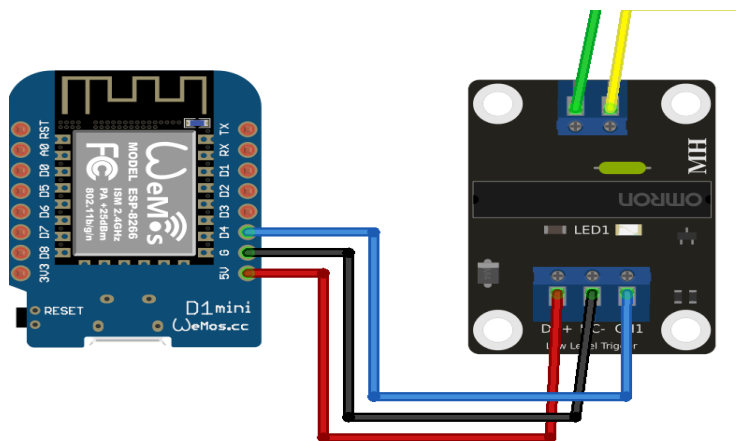


Рисунок 13 - Приклад підключення датчика Omron

Потужний 1-канальний модуль твердотільного реле 24-380VAC в 3-32VDC 5A

1-канальний модуль твердотільного реле GTA-W-5A з активним високим рівнем сигналу керування для комутації змінної напруги з максимальним струмом навантаження до 5A (див. рис. 14).

Особливості: Функція анти-реверсу джерела живлення Високоякісне твердотільне реле постійного струму 5A Модульна здатність антиперешко. Стабільна продуктивність Здатність витримувати високий струм клемника KF128



Рисунок 14 - 24-380VAC в 3-32VDC 5A

Характеристики:

- Напруга живлення: 3-32 В постійного струму (Широка напруга)
- Кількість каналів: 1
- Споживаний струм: 0mA
- Максимальний робочий струм: 38mA
- Режим запуску: тригер високого рівня, реле 3-32 В постійного струму (ВКЛ), реле 0-0,5 В постійного струму (ВИМК)

- Напруга: 24-380В
- Струм: 5А
- Термін служби модуля: 10 мільйонів разів
- Максимальна частота перемикання: менше або дорівнює 5 кГц

Остаточним вибором став потужний 1-канальний модуль твердотільного реле 5-220VDC в 3-32VDC 5A (High Level) (див. рис. 15). Цей датчик підходить нам по можливій довжині встановлюваних дротів, по температурному режиму для розміщення біля двигуна, завдяки своєму логічному рівню та найбільше підходить по можливому живленню.



Рисунок 15 - 5-220VDC в 3-32VDC 5A (High Level)

Опис контактів:

- DC+: позитивне живлення
- DC-: негативне живлення
- CN: вхід управління
- Характеристики:
- Твердотільний модуль: GTD-W-5A

- Кількість каналів: 1
- Комутована напруга: DC від 5 до 220 В
- Комутований струм: макс. 5А
- Напруга управління: від 3В до 32В
- Активний рівень: високий
- Максимальний струм керування: 12.5 мА
- Робочий струм управління: 2мА

2.3 Автоматизація переключення дальнє-ближнє

Автоматизація дальнього світла це складна система в якій неймовірна кількість варіантів реалізації. Система буде отримувати інформацію про наближення іншого автомобіля і автоматично переключати світло з дальнього на ближнє. Завдяки цьому можна уникнути засліплення водія який наближається, що забезпечить більшу безпеку і водію що наближається і особисто водію авто із цією функцією. Також у випадку якщо перед автомобілем їде ще один транспортний засіб, також працює лише ближнє.

Для проекту були проаналізовані аналогічні системи, що штатно інсталиються виробниками. Також були проведені аналізи датчиків світла, фотодатчиків ,реле і багатьох інших можливих компонентів. Датчик повинен керуватися інтерфейсом I2C, напруга живлення потрібна 5 В.

Модуль фотодатчика LM393 (див. рис. 16-17) використовується для визначення рівня освітленості та автоматизації світла або пристроїв, які контролюють інтенсивність світла безпосереднє вимірювання рівня освітленості яке відбувається завдяки фоторезисторам. Він змінює свій опір при потрапляння на нього світла. Через зміни опору змінюється напруга в ланцюгу, що вказує на кількість світла, яка потрапляє на нього

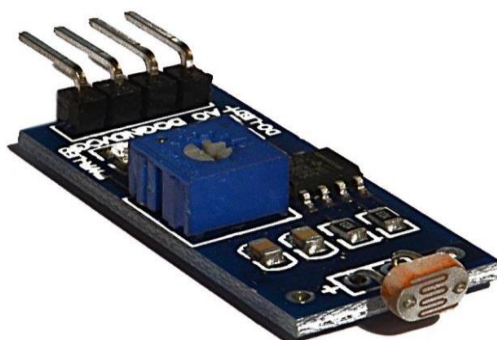


Рисунок 16 - Модуль фотодатчика LM393

Дана модель модуля датчика містить 4 виходи на роз'єм J1. Два виходи **GND** і **VCC** використовуються для подачі живлення на плату модуля. Контакт **A0** служить для передачі аналогового сигналу, що дає можливість знімати показів датчика безпосередньо, відповідно вихід **D0**, необхідний для передачі інформації у вигляді цифрового сигналу для Arduino.

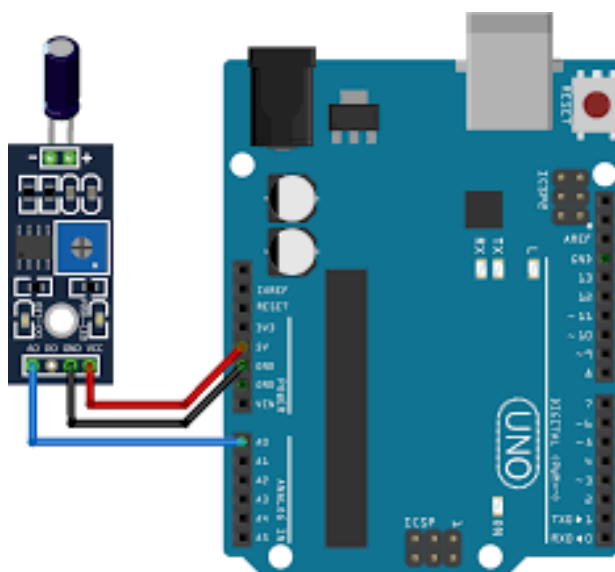


Рисунок 17 - Приклад підключення фотодатчика LM393

Для подачі живлення можна використовувати як платформу Arduino, так і зовнішнє джерело живлення. На модулі розташований роз'єм для зручного та надійного кріплення. На платі знаходяться два індикаторні світлодіоди. Один світлодіод **PWR-Led** інформує про подачу напруги на модуль, а інший **D0-Led** сигналізує про вихід сигналу датчика

Модуль датчика освітленості аналогово-цифровий (див. рис. 18) з пороговим компаратором. Поріг спрацьовування компаратора регулюється змінним резистором.



Рисунок 18 – Модуль датчика освітленості аналогово-цифровий

Характеристики:

- Чутливий елемент - фоторезистор
- Вихід компаратора більш ніж 15 мА.
- Регулювання порога спрацьовування змінним резистором
- Робоча напруга: від 3.3В до 5В
- Цифровий вихід компаратора (0 і 1)
- Аналоговий вихід датчика освітленості
- Зручний кріпильний отвір
- Розміри: 3.2 см x 1.4 см
- Використаний компаратор LM393

Призначення виводів:

VCC - Вхід напруги живлення 3.3-5 В GND – Загальний DO - Цифровий вихід компаратора AO - Аналоговий вихід світлочутливого датчика

Модуль фотореле ХН-М131-12V. Модуль, що активує реле при певному рівні освітленості (див. рис. 19), датчик фоторезистор підключається до плати за допомогою кабелю, на кінці кабелю фоторезистор з контактами в термозбіжній трубці.

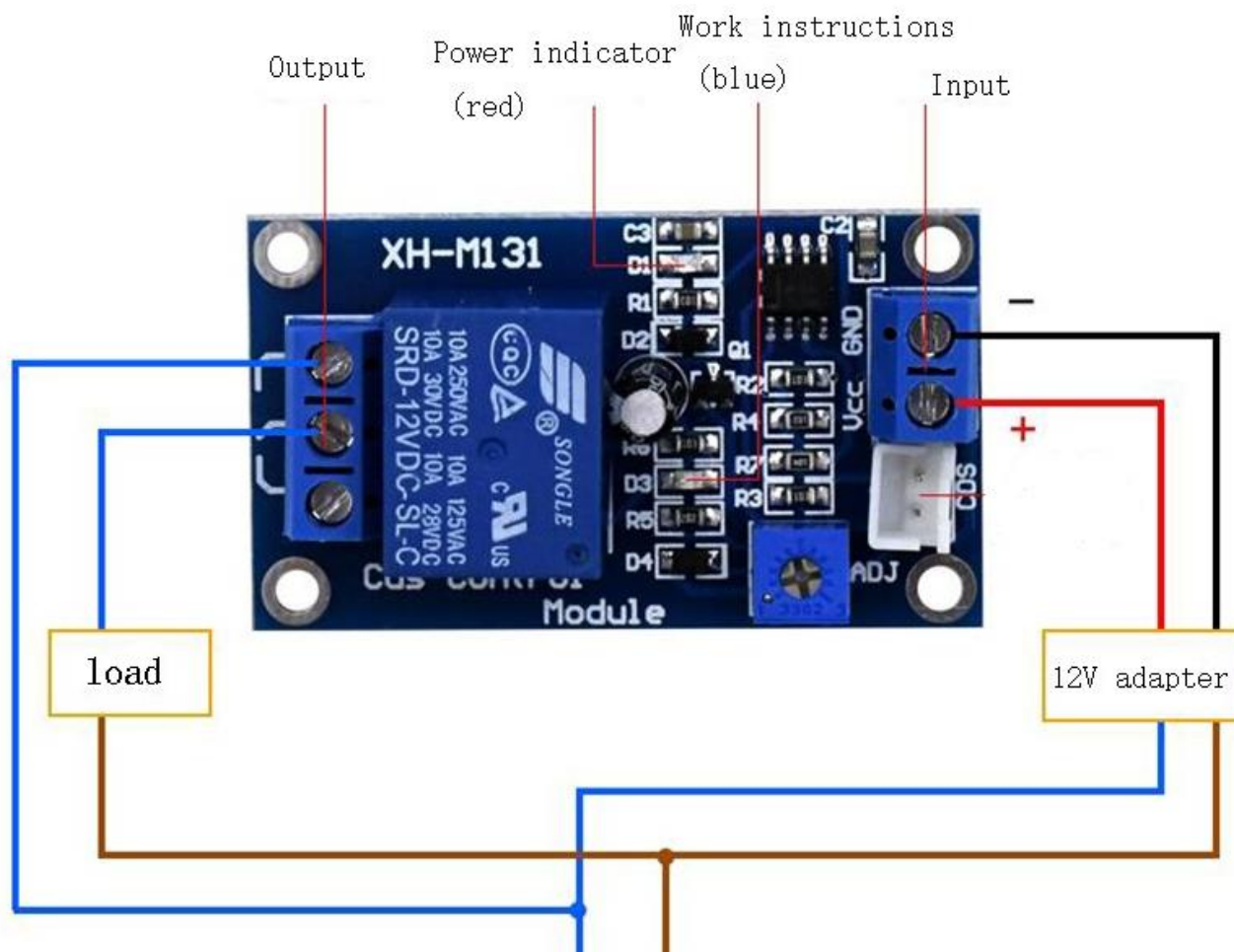


Рисунок 19 - Модуль фотореле XH-M131-12V

Змінює напругу в ланцюзі, при попаданні світла на фоторезистор, сигналізуючи кількість світла. Використовувати цей модуль можна у проектах, де необхідне спрацювання реле за наявності заданої яскравості світла.

- Характеристики
- Мікросхема LM393
- Реле SRD-12VDC-SL-C
- Максимальне навантаження 10A, 250V
- Напруга живлення модуля, 12
- Робоча температура, °C -25...+70

Цифровий датчик освітленості GY-302 (див. рис. 20) на чіпі BH1750 призначений для вимірювання фонового освітлення. Має високу чутливість і

поширений послідовний інтерфейс I2C. Спектр чутливості збігається з кривою чутливості людського ока.

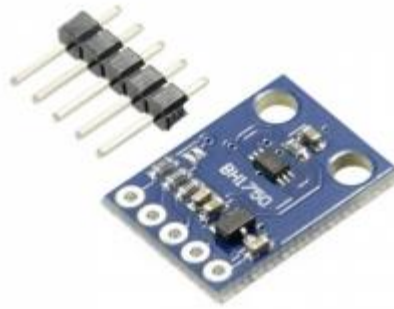


Рисунок 20 - Датчик освітленості GY-302

Характеристики:

- Оригінальний чіп BH1750FVI ROHM.
- Вбудований сенсор і цифровий перетворювач.
- Прямий цифровий вихід, без додаткових складних обчислень, перетворень і калібрування.
- Нечутливий до фонового світла.
- Спектральна характеристика близька до візуальної чутливості.
- Для широкого діапазону, точність вимірювання - 1 люкс.
- Напруга живлення: 3 - 5 В.
- Діапазон даних: 0-65535 лк.
- Інтерфейс I2C

Даний датчик найбільше підходить до вимог підсистеми, чудово програмується, має підходящий рівень живлення, може використовуватись у широкому діапазоні [8].

2.4 Автоматизація увімкнення підфарників

Система розроблена для того щоб під час повороту транспортного засобу автоматично увімкнулись підфарники. Це значно збільшує видимість на дорозу та оточення. Для водія це можуть бути критичні фактори, які допоможуть уникнути зіткнення з іншим водієм, пішоходом або частиною оточення які без додаткового світла можна було б не помітити. Також важливо що і інші учасники дорожньо-транспортного руху будуть краще вас бачити і реагувати завчасно.

Для цього проекту було проаналізовано багато варіантів, яку саме систему автомобіля використовувати для збору інформації про поворот, в кінцевому результаті прийнято рішення використовувати рульову систему транспорту для реакції безпосередньо саме на поворот. Нам необхідно щоб датчик міг зчитувати кут нахилу від 0 до 180 градусів, була можливість встановлення до рульового валу і взаємодія з мікропроцесором. Було розглянуто можливості декількох датчиків.

“KY-020” – це (див рис. 21) перемикач, з цифровим інтерфейсом, що спрацьовує від нахилу модуля. При нахилі датчика в один бік контакти “-” та “S” замикаються за допомогою вбудованої невеликої металевої кульки, при нахилі в іншу розмикаються.

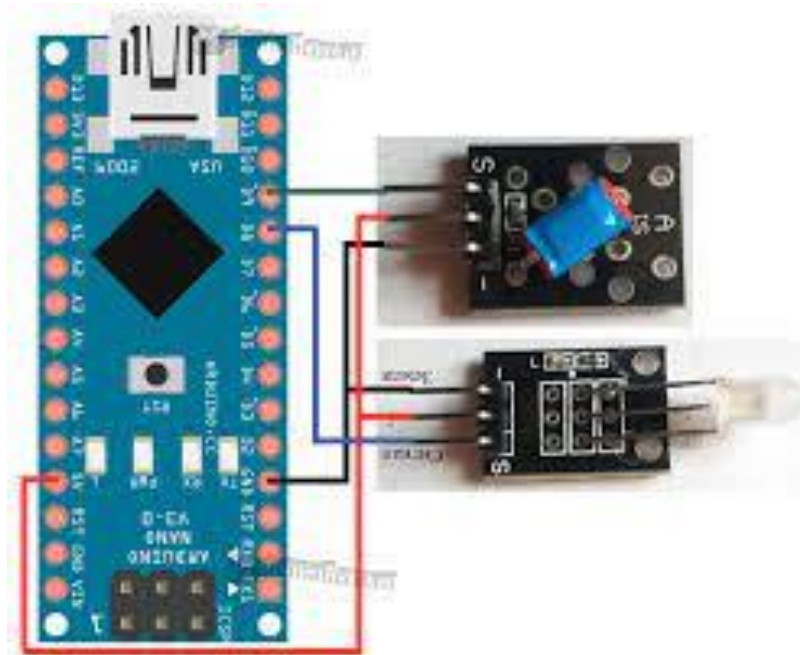


Рисунок 21–Схема підключення модуля датчика кута нахилу KY-020

Модуль дозволяє визначати лише 2 положення та не вимірює кут нахилу. Між контактами “+5 (середній)” та “S” впаяний резистор 10 кОм. Напряга живлення, В: 5



Рисунок 22 - Енкодер (датчик кута повороту)

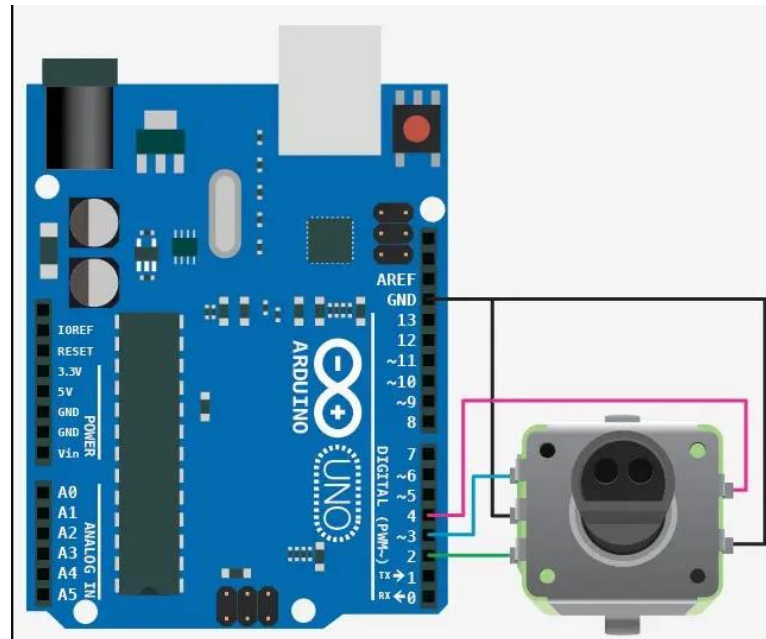


Рисунок 23 - Приклад підключення екондера

— Характеристики:

— максимальний опір: 3 Ом;

— максимальний струм: 10 мА;

— вихід: 2-бітний код Грея;

— кількість імпульсів на оберт: 20;

— напруга живлення: 5 В;

— кут обертання: 360°;

— довжина обертового валу - 12мм;

— діаметр валу: приблизно 6мм;

— діапазон робочих температур: від -30 до +70 градусів Цельсія;

— діапазон температур зберігання: від -40 до +85 градусів Цельсія;

— циклів обертання: понад 30000.



Рисунок 24 - Енкодер EC11 з RC-фільтром

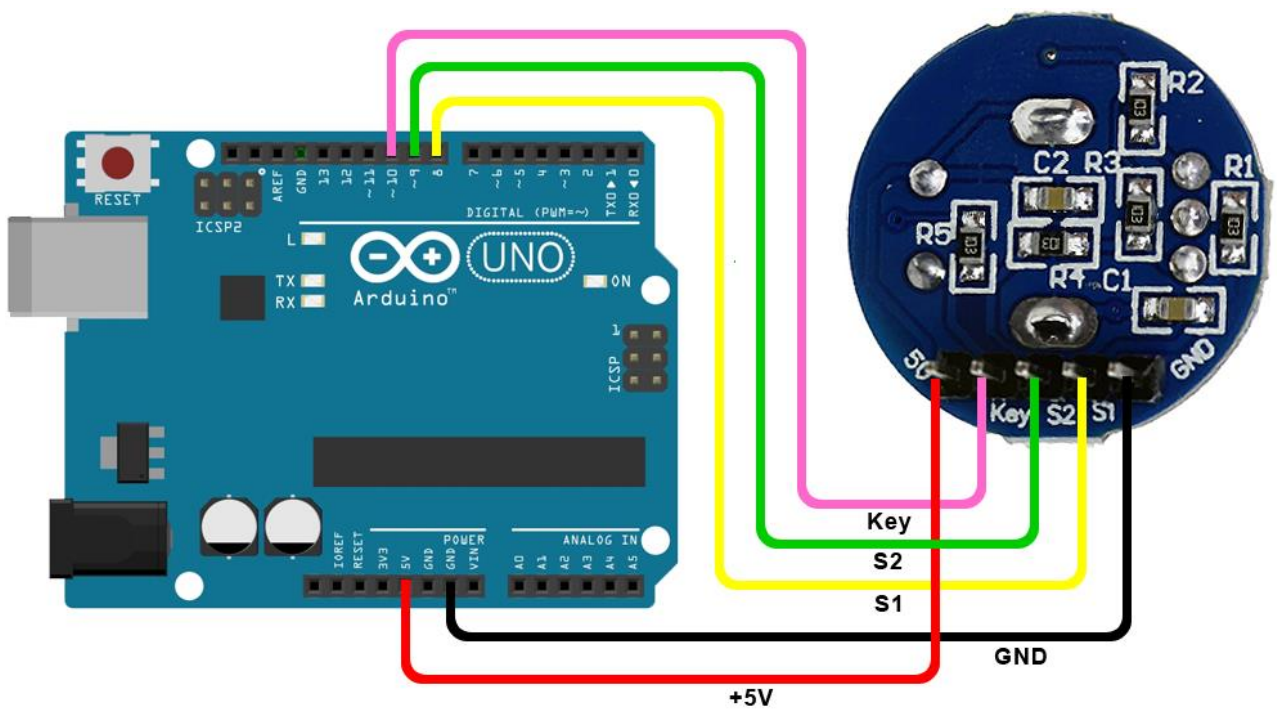


Рисунок 25 - Приклад підключення екондера EC11

Модуль датчика обертання енкодер EC11 з RC-фільтром від дзенькоту контактів

- Характеристики :
- Захист від дзенькіту: Є
- Гранична напруга на контактах 5В
- Граничний струм через контакти 10 мА
- Формат вихідного сигналу: квадратурний код 2 біт
- На один оборот 20 імпульсів
- Температура : Експлуатації -30 ... 70 ° С; зберігання -40 ... 85 °
- СРесурс оборотів не менше 30 000
- Ресурс натискання кнопки не менше 20 000

Найбільше поставленим вимогам відповідає модуль датчика кута повороту HW-526 (див. рис. 26) з інтерфейсом для платформи Arduino.



Рисунок 26 - Датчик кута повороту HW-526

Модуль датчика кута повороту для Arduino HW-526 — це просторовий модуль для створення роботизованих пристроїв, квадрокоптерів та літальних апаратів. За допомогою такого пристрою можна задати точний кут повороту, а вбудований потенціометр дозволяє максимально точно задати потрібні значення.

Дана модель має поверхневе кріплення зі стандартними отворами, відрізняється компактними розмірами, а також досить низьким енергоспоживанням.

- Характеристики:
- Серія: SV01
- Кут обертання безперервний: 0° - $333,3^{\circ}$
- Вихід: аналоговий вихід напруги
- Тип приводу: отвір для вала
- Лінійність: $\pm 2\%$
- Опір (Ом): 10К
- Допуск на опір: $\pm 30\%$
- Робоча температура: -40°C ~ 85°C

2.4 Автоматизація ввімкнення аварійних ліхтарів.

Автоматизація аварійних ліхтарів при різкому гальмуванні забезпечить гарну видимість для усіх водіїв у разі неочікуваної поломки авто, або ж хтось вас підрізав так, що з'явилась необхідність гальмувати, або хтось вибіг на дорогу, або ж так само різко зупинився, або нажалась сталась аварія. Ввімкнення аварійних вогнів одразу збільшить шанси що у авто не в'їдуть водії позаду.

Для цього проекту необхідно датчик з можливим живленням 5 В, можливістю реагувати на швидке гальмування автомобіля, і можливістю програмування через мікропроцесор Arduino. Були проаналізовані датчики швидкості обертання двигуна і акселерометри.

Модуль датчика швидкості обертання або лінійного переміщення для створення проектів на Arduino, PIC, AVR та інших мікроконтролерах(див. рис. 27).

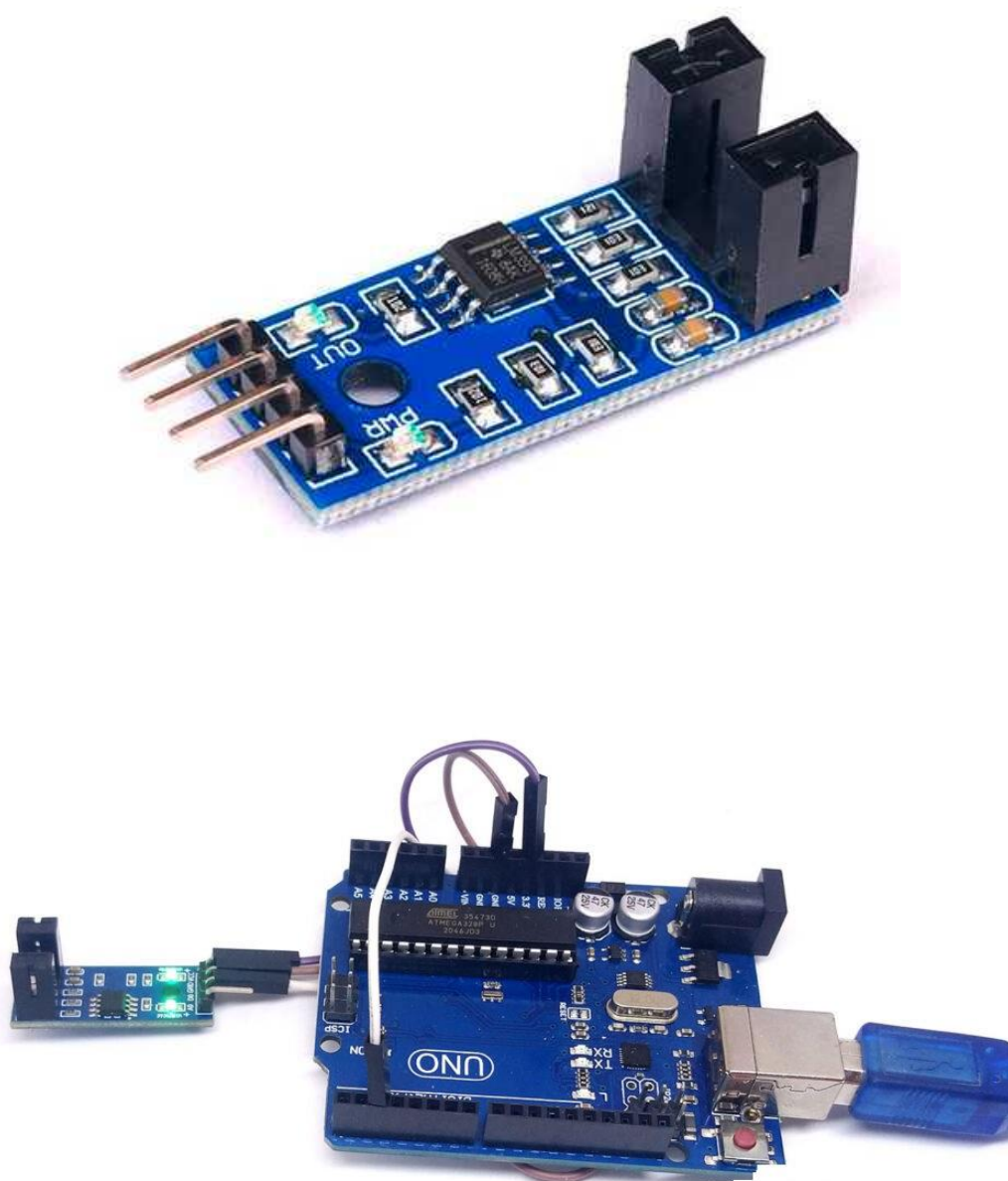


Рисунок 27 - Датчик швидкості обертання тахометр F249 FC-03

- Сенсор: оптична пара (ІЧ-діод + фототранзистор).
- Ширина паза під диск з прорізами: 5 мм.
- Напруга живлення: 3.3-5 В.
- Монтажний отвір діаметром 3 мм

Модуль фотоімпульсного датчика швидкості двигуна з оптопарою – це електронний компонент, що використовується для вимірювання швидкості обертання двигуна або іншого об'єкта, що рухається(див. рис. 28).



Рисунок 28 - Модуль фотоімпульсного датчика швидкості двигуна

Цей модуль складається з оптопари, що включає світлодіод та фототранзистор, розташовані на протилежних сторонах модуля. Коли об'єкт, який необхідно виміряти, перериває світловий промінь між світлодіодом та фототранзистором, фототранзистор виконує детекцію цього переривання та генерує вихідний сигнал.

Вихідний сигнал може бути цифровим чи аналоговим залежно від конкретного модуля. Наприклад, цифровий сигнал може бути присутнім, коли виявлено переривання, і відсутній, коли переривання немає. Аналоговий сигнал

може представляти величину світлового потоку, який потрапляє на фототранзистор.

Цей модуль часто використовується в проектах, де необхідно вимірювати швидкість обертання двигуна або об'єкта, що рухається. Він може бути використаний в автоматизації, робототехніці, електроніці та інших галузях.

— Робоча напруга- 3.3 - 5 В

— Вихідний сигнал- аналоговий та цифровий

Датчик заснований на базі лінійного датчика Холла АН49Е (див. рис. 29). Датчик має низький рівень власних шумів, тому немає необхідності додаткової фільтрації вихідного сигналу. Чутливості датчика регулюється шляхом встановлення порогу спрацьовування компаратора на основі LM393.

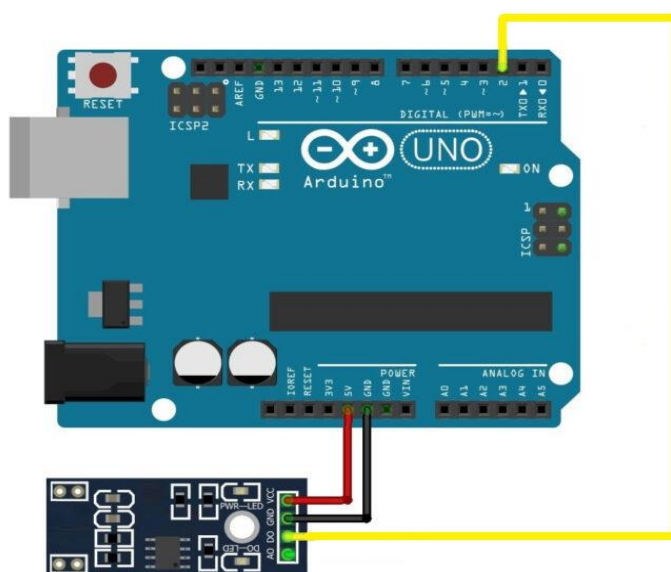
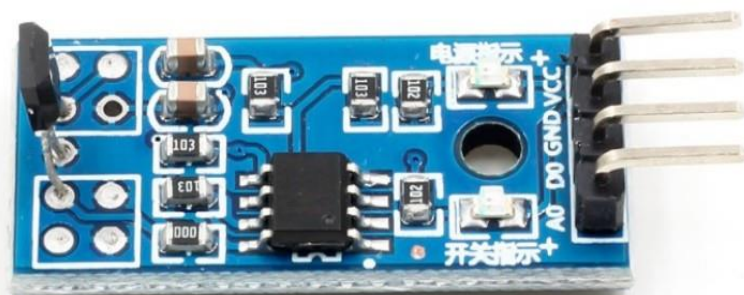


Рисунок 29 - Модуль вимірювання швидкості обертання двигуна з датчиком Холла 3144Е

На модулі встановлений індикатор вихідного сигналу. У відсутності магнітного поля датчик видає половину напруги живлення. При появі магнітного поля значення відхиляється до нуля або напруги живлення в залежності від полярності магнітного поля пропорційна його інтенсивності.

Особливості датчика Холла АН49Е

- Чутливість датчика регулюється шляхом встановлення порогу спрацьовування компаратора на основі LM393.
- Індикація вихідного сигналу
- Напруга живлення: 2.3 - 5.3 V
- Монтажні отвори: 2мм

Та через необхідність підключення цих датчиків безпосередньо до системи збору інформації про колеса автомобіля, було прийнято рішення використати не датчик швидкості, а акселерометр що дозволить контролювати не просто швидкість автомобіля, а саме його сповільнення, найкращим варіантом з переглянутих виявився акселерометр і гіроскоп MPU-6050 (див. рис. 30)

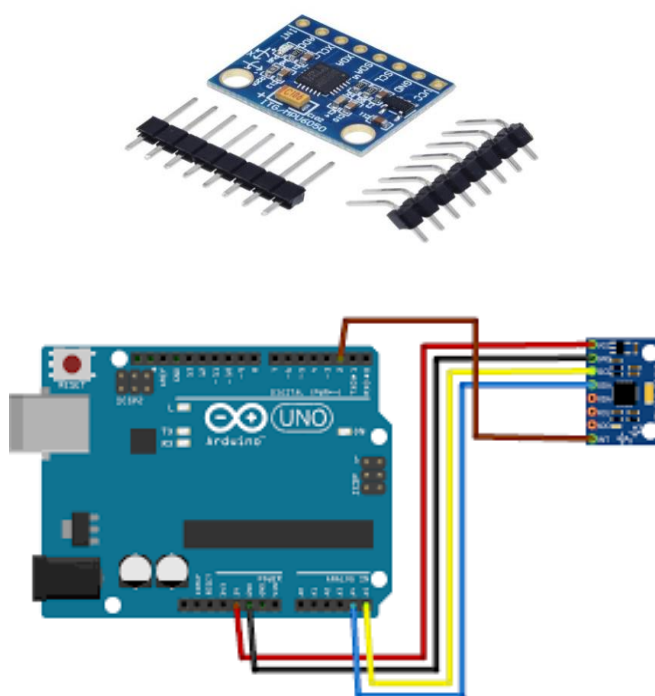


Рисунок 30 - Акселерометр і гіроскоп MPU-6050

MPU-6050 GY-521 – компактний та легкий модуль 3-х осьового акселерометра і 3-х осьового гіроскопа, керований по протоколу I2C (TWI). Даний датчик відмінно підходить для визначення положення в просторі, миттєвого прискорення і сповільнення об'єкту.

— Характеристики:

— живлення: 3.3 - 5.0 В

— чіп: MPU-6050

— діапазон гіроскопа: $\pm 250 \pm 500 \pm 1000 \pm 2000$ °/с

— діапазон акселерометра: $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm 16$ g

— протокол: ІІС (I2C / TWI)

— вбудований 16-бітний АЦП [9].

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1. Функціональні можливості запропонованої системи

Є чимало систем автоматизації зовнішнього освітлення автомобіля, та на жаль більшість з них призначені для великих автомобільних компаній, встановлюють їх на флагманські автомобілі. Щоб встановити їх на якийсь інший автомобіль необхідна величезна кількість часу та сил автовласника або майстра, а ще більше необхідно грошей.

Цей проект є доступнішим варіантом як забезпечити зручність використання автомобіля та збільшити безпеку для себе та інших учасників дорожнього руху.

Основною перевагою цієї роботи над іншими є в першу чергу кількість одночасно автоматизованих систем автомобіля. Тут задіяні разом чотири різних системи зовнішнього освітлення, що зменшить необхідність водія стежити за ними орієнтовно на 40-60%

Завдяки тому що використовується плата Arduino, в будь який момент її можна легко зняти, замінити будь-які параметри за необхідності, або дуже легко замінити деталі що вийшли з ладу і це не буде коштувати неймовірних грошей і сил.

Схема та код тут взаємодіють напряму з частинами за які відповідають. Їм, не потрібні додаткові сигнали від бортових комп'ютерів, не потрібні додаткові дії від користувача, і якщо одна з ланок вийде з ладу всі решта продовжать працювати далі, а вона перейде на штатний ручний режим без жодних проблем аж до поки власник авто не замінить зіпсовану деталь.

Схема (див. рис. 31) включає в себе підключення всіх датчиків, що використовуються в даній роботі. Загалом використовується дев'ять різних пінів для програмування, один для живлення, один для заземлення.

Датчики освітленості і акселерометр підключені через інтерфейс I2C.

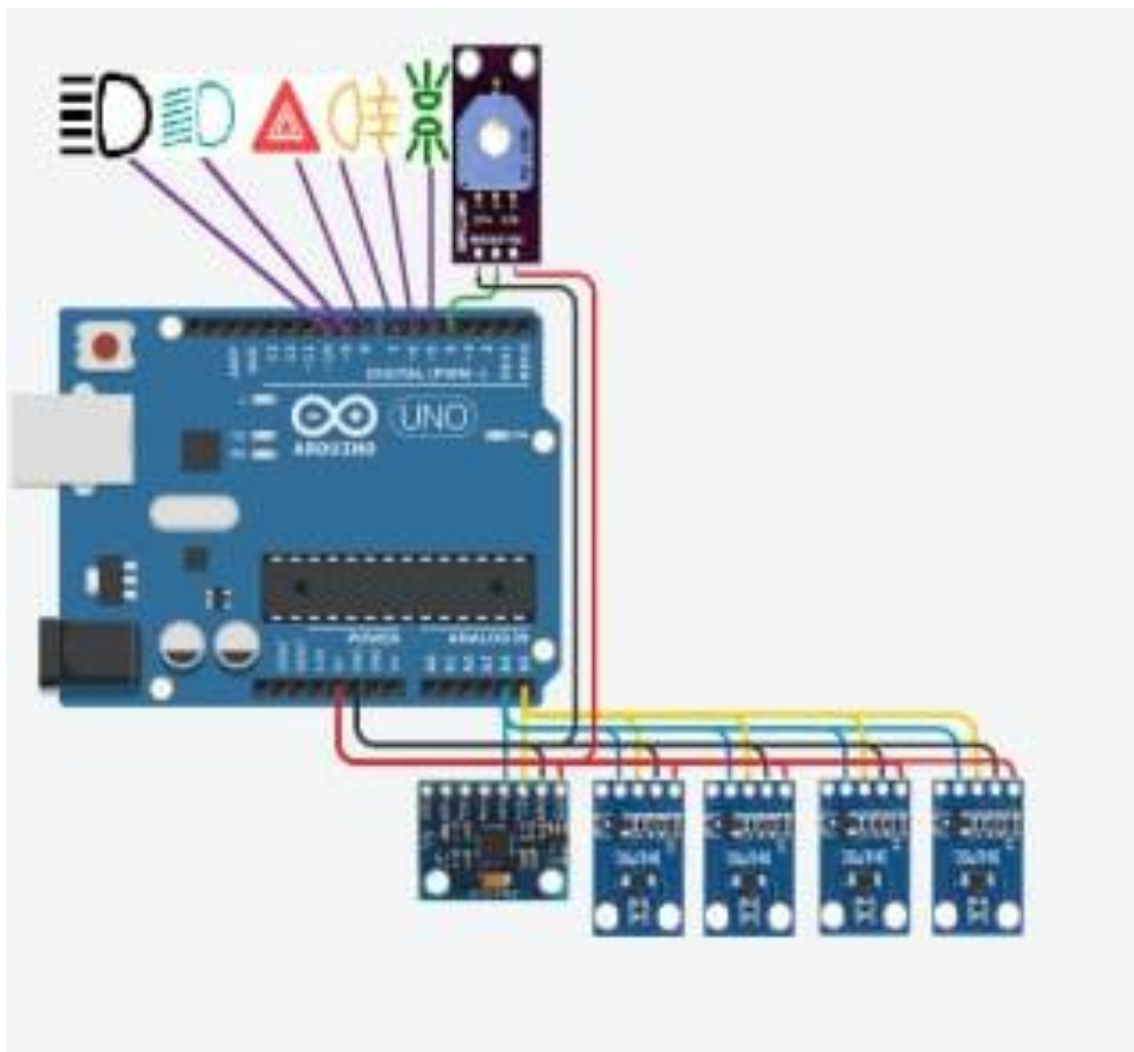


Рисунок 31 - Основна схема підключення

В роботі є частина коду яка взаємодіє зі декількома підсистемами одночасно (див. рис. 32).

```

// циклічна функція, що здійснює періодичний виклик усіх інших
void loop() {
  glight();
  plight();
  getData();
  if (data[0] || data[1]>=2) //зафіксовано різке гальмування
    digitalWrite(ALARM, HIGH); //відключення аварійної сигналізації відбуватиметься у
    штатному режимі
  int lightLevel1 = readLightLevel(0x20); // зчитування показів першого датчика
    освітленості(адреса 0x20)
  int lightLevel2 = readLightLevel(0x21); // зчитування показів другого датчика
    освітленості(адреса 0x21)
  int lightLevel3 = readLightLevel(0x22); // зчитування показів третього датчика
    освітленості (адреса 0x22)
  int lightLevel4 = readLightLevel(0x23); // зчитування показів четвертого датчика
    освітленості (адреса 0x23)
  if (lightLevel1 < lightThreshold || lightLevel2 < lightThreshold || lightLevel3 < lightThreshold
    || lightLevel4 < lightThreshold) {
    switchToLowBeam(); // якщо хоча б одне значення нижче встановленого порогового
    активуємо ближнє світло
  } else {
    switchToHighBeam(); // якщо усі значення вище порогового активуємо дальнє світло
  }
}

```

Рисунок 32 – Код суміжний з декількома підсистемами

- Функція «loop» використовується для постійного збору даних з усіх датчиків, щоб не було втрачено жодної секунди під час змін дорожньої обстановки і було активовано необхідну підсистему.
- Функція «lightLevel» зчитує інформацію з датчиків освітленості.
- Функція «switchToHighBeam» реагує на зміни значень отриманих датчиком освітленості, у випадку коли отримані дані з усіх датчиків вище заданого порогу буде активуватись дальнє світло.

Загальні переваги:

- система має єдиний центр керування ;
- незначною мірою втручається в роботу бортової системи ;
- невибаглива до живлення ;
- конструктивне співвідношення вартості до ефективності ;

Загальні недоліки:

- не використовує наявне обладнання автомобіля (реле, датчики, системи збору інформації)
- не взаємодіє зі штатною електросистемою

Але в даній роботі не було зазначено цих задач [10].

3.2 Підсистема керування ввімкненням ближнього світла

Підсистема керуванням ввімкнення ближнього світла використовує реле, що зчитує інформацію про активацію запалювання і автоматично дає сигнал мікропроцесору про ввімкнення ближніх фар і автоматично вимикає їх у випадку якщо машину було заглушено, що прибирає небезпеку розрядження акумулятора через забуті ввімкнені фари. Для цієї підсистеми було написано код (див. рис. 33).

```
// функція управління габаритами при включенні запалення
void glight(){
  if (digitalRead(3))
    digitalWrite(GL, HIGH);
  else
    digitalWrite(GL, LOW );
}
```

Рисунок 33 – Код керування автоматичним ввімкненням світла

- Функція «digitalRead» зчитує значення на цифровому виводі, може відповідати одиниці при ввімкненому запаленні, або ж нулю у випадку заглушеного автомобіля.

— Функція «digitalWrite» безпосередньо подає команду мікроконтролеру ввімкнути фари чи вимкнути.

3.3. Підсистема керування дальнє-ближнє

Підсистема керування активного дальнього світла працює завдяки встановленим чотирьом датчикам освітленості. Датчики сприймають рівень навколишнього освітлення і передають дані на мікроконтролер, що приймає рішення про світловий режим який необхідно використовувати в даний момент.

Для датчиків було розроблено код калібрування, щоб система коректно сприймала інформацію і не спрацьовувала у непотрібних випадках, якщо система буде працювати не правильно це може наразити учасників дорожньо-транспортного руху на небезпеку.

Завдяки встановленню саме чотирьох датчиків система може аналізувати навколишнє освітлення з усіх сторін і прораховувати яке з якої саме сторони з'явилося додаткове джерело світла і таким чином система визначає чи потрібно перемикати світловий режим саме в цій ситуації. Завдяки зручності підсистеми її можна в будь який момент відключити, замінити деталі та переналаштувати характеристики реагування. Датчики були підключені за допомогою I2C.

I2C це послідовний протокол обміну даними по двох двонаправлених лініях зв'язку.

Для даної підсистеми був розроблений та написаний код (див. рис. 34)

```

// функція зчитування значень датчиків освітленості
int readLightLevel(int address) {
    Wire.beginTransmission(address);
    Wire.requestFrom(address, 2); // Запитуєм 2 байта даних з датчика освітленості
    int lightLevel = 0;
    if (Wire.available()) {
        byte highByte = Wire.read(); // Зчитуємо старший байт
        byte lowByte = Wire.read(); // Зчитуємо молодший байт
        lightLevel = (highByte << 8) | lowByte; // Об'єднуємо байти в одне значення
    }

    Wire.endTransmission();
    return lightLevel;
}

// функція включення дальнього світла
void switchToHighBeam() {
    digitalWrite(lowBeamPin, LOW); // Вмикаємо ближнє світло
    digitalWrite(highBeamPin, HIGH); // Вмикаємо дальнє світло
}

```

Рисунок 34 – Код керування підсистемою активного дальнього світла

Функція «Wire.beginTransmission» починає передачу даних по I2C, про рівень освітленості в навколишньому середовищі щоб мікроконтролер прийняв рішення про переключення режиму світла чи продовження роботи в тому ж самому режимі. «Wire.endTransmission» закінчує передачу даних після чого активуються функції ввімкнення світла.

Також взаємодіє загальна функція для проекту «loop», що змушує мікроконтролер циклічно запитувати данні показників кожного з датчиків освітленості.

3.4. Підсистема керування підфарниками

Підсистема керування підфарниками працює завдяки встановленню датчика кута повороту. Датчик зчитує данні про поворот керма в ліву або праву

сторону і подає сигнал мікроконтролеру, який аналізує отриману інформацію і вирішує чи потрібно вмикати один з підфарників чи зараз це непотрібно.

Також для даного датчика було проведено калібрування, щоб визначити кут при якому необхідне ввімкнення одного з підфарників, щоб система не реагувала на кожну мінімальну зміну кута керма, не реагувала під час зміни полоси, а спрацьовувала тільки при виконанні повноцінного повороту автомобіля.

Початкова ідея передбачала підключення до системи підсистеми ліхтарів попереджуючих про поворот автомобіля, щоб підфарники вмикались в ситуаціях коли ввімкнений поворотник. Але за законом їх потрібно вмикати завчасно до здійснення маневру, а система повинна працювати тільки в момент самого повороту, тому даній підсистемі цей варіант не підходив (див. рис. 35).

```
// функція зчитування кута повороту
void int0() {
    state0 = digitalRead(ENC_A);
    if (state0 != lastState) {
#ifdef ENC_TYPE == 1
        turnFlag = !turnFlag;
        if (turnFlag)
            encCounter += (digitalRead(ENC_B) != lastState) ? -1 : 1;
#else
        encCounter += (digitalRead(ENC_B) != lastState) ? -1 : 1;
#endif
        lastState = state0;
    }
}
// функція управління підфарниками при повороті керма
void plight() {
//ввимкнення підфарників якщо кермо прямо
if ((encCounter>=-15)&&(encCounter<=15))
{
digitalWrite(RP, LOW);
digitalWrite(LP, LOW);
}
//ввімкнення підфарників при повороті
if (encCounter>15) digitalWrite(RP, HIGH);
if (encCounter<-15) digitalWrite(LP, HIGH);
}
```

Рисунок 35 – Код керування підсистемою керування підфарниками

- Функція «int0» зчитує дані датчика і передає їх мікроконтролеру.
- Функція «encCounter» дає необхідну інформацію про кут повороту керма завдяки якому зрозуміло чи достатній кут для ввімкнення підфарника,

якщо значення 15 ввімкнеться правий підфарник а якщо -15 буде ввімкнено лівий.

3.5. Підсистема керування аварійними ліхтарями

Підсистема керування аварійними ліхтарями керується акселерометром. Акселерометр отримує інформацію про швидкість сповільнення автомобіля. Якщо сповільнення відбулось через аварію, перешкоду, або через підрізання іншим авто, він зчитує інформацію про навантаження на датчик і приймає рішення чи це ситуація яка підпорядковується ним для ввімкнення аварійних ліхтарів.

Для коректної роботи акселерометра було прописано калібрування. Датчик повинен спрацьовувати на сповільнення величиною в 2g, це середнє навантаження на автомобіль при різкому гальмуванні через якусь перешкоду, в випадку меншого навантаження, ввімкнення аварійних ліхтарів не є необхідним. Також був прописаний код для зчитування показів акселерометра (див. рис. 36).

```
// функція отримання показів з акселерометра
void getData() {
  Wire.beginTransaction(MPU_addr);
  Wire.write(0x3B); // початок обміну даними 0x3B (ACCEL_XOUT_H)
  Wire.endTransmission(false);
  Wire.requestFrom(MPU_addr, 14, true); // повернення усередненого значення
  for (byte i = 0; i < 7; i++) {
    data[i] = Wire.read() << 8 | Wire.read();
  }
}
```

Рисунок 36 – Код зчитування інформації з акселерометра

Функція «Wire.requestFrom» повертає початкове значення підсистеми. Підсистема також використовує код зазначений в першому пункті ,де зазначено точний поріг реагування для активації аварійних ліхтарів [11].

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Життєдіяльність людини - це буття та самореалізація людини, вирішення життєвих проблем і досягнення нових можливостей.

Безпека життєдіяльності - це наука, що вивчає проблеми безпечного перебування людини в середовищі у процесі різних видів її діяльності.

Безпека - це стан діяльності, при якому з певною ймовірністю виключається прояв небезпек

Небезпека - це умова чи ситуація, яка існує в навколишньому середовищі і здатна призвести до небажаного вивільнення енергії, що може спричинити фізичну шкоду, поранення чи пошкодження або матеріальні збитки

Головна задача науки безпеки життєдіяльності - превентивна ідентифікація джерел і аналіз причин виникнення небезпек, прогнозування, оцінка і регулювання їх дії в просторі та в часі.

4.1 Загальні положення охорони праці

Законодавство України про охорону праці складається заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Зокрема із:

1. Закону "Про охорону праці",
2. "Кодексу законів про працю України",
3. Закону "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення"
4. Закону України "Про пожежну безпеку"

5. "Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97)" та інших нормативно-правових актів, які регулюють взаємовідносини між різними суб'єктами права у сфері охорони праці

Згідно з Типовим положенням про навчання з питань охорони праці (ДНАОП 0.00-4-12-99) усі працівники при прийнятті на роботу і періодично в процесі роботи проходять інструктажі на підприємстві.

Навчання працівників повинно передбачати:

- а) спеціальне навчання працівників, виконуючих роботу з підвищеною небезпекою;
- б) навчання працівників при підготовці, перепідготовці або отриманні нової професії та підвищенні кваліфікації в навчальному закладі;
- в) навчання посадових осіб і робітників у науково-інформаційних центрах і навчальних закладах, з дозволу Держнаглядохоронпраці на такі навчання;
- г) підвищення кваліфікації фахівців на курсах, семінарах, у науково-інформаційних центрах та навчальних закладах;
- д) усі види інструктажів з охорони праці.

4.2 Навчальний інструктаж та перевірка знань з охорони праці

Навчальний інструктаж з питань охорони праці поділяються на:

- Вступний
- Первинний на робочому місці
- Вторинний
- Позаплановий
- Цільовий.

Вступний інструктаж проводиться інженером служби охорони праці за програмою, з усіма вперше прийнятими на роботу, незалежно від освіти, стажу роботи з даної професії чи посади, а також з відрядженими, учнями й студентами, що прибули на виробниче навчання чи практику. Обов'язково заводиться журнал "Реєстрації вступного інструктажу" де, роблять запис про проведення інструктажу з обов'язковим підписом того, кого інструктують і хто інструктує.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться до початку роботи, і його проводить безпосередньо керівник робіт. Первинний інструктаж на робочому місці проводять з усіма хто вперше прийнятий на підприємство. Також з новоприбулими на виробниче навчання чи практику, з учнями, студентами, відрядженими, з працівниками, що виконують нову для них роботу. Інструктаж проводиться з кожним працівником індивідуально і обов'язковою є демонстрація безпечних методів проведення робіт

Після первинного інструктажу до початку самостійної роботи працівники проходять стажування протягом 2-5 змін. Стажування оформляється наказом по підприємству, в якому вказується прізвище відповідального працівника та тривалість стажування. По завершенню стажування, працівник допускається до самостійної роботи

Вторинний інструктаж проводиться один раз на шість місяців індивідуально чи з групою людей однієї професії. Для працівників, зайнятих на роботах із підвищеною небезпекою, вторинний інструктаж повинен проводитися один раз на 3 місяці.

Позаплановий інструктаж проводять:

- при порушенні працівником правил і інструкцій з охорони праці, що могло призвести до нещасного випадку;
- при зміні правил з охорони праці, зміні технологічного процесу, матеріалу, сировини, устаткування, інструменту, що впливають на безпеку праці;

— при перервах у роботі більше 30 календарних днів, для робіт, до яких висуваються підвищені вимоги безпеки, і більше 60 днів для всіх інших робіт.

Цільовий інструктаж проводять з працівниками:

- при виконанні робіт з нарядом-допуском, безпосередньо перед її виконанням і факт проведення фіксують у наряді-допуску на проведення робіт;
- при ліквідації аварії, стихійного лиха.

4.3 Дія електричного струму на організм людини

Дія електричного струму на організм людини має різносторонній характер і різносторонні прояви - від слабких подразнень до смертельних наслідків.

Електричний струм, що проходить через тіло людини, може спричинити термічну, хімічну, світлову, механічну та біологічну дію.

Біологічна дія є виключною властивістю живої тканини. Вона проявляється сильним збудженням нервової тканини, що призводить до порушення внутрішніх біоелектричних процесів, які пов'язані з життєвими функціями організму. Зовнішній струм при взаємодії з біоелектричними процесами людини може викликати судоми м'язів, життєво важливих органів, у тому числі серця і легень, що призведе до зупинки дихання і кровообігу.

Електричне ураження організму струмом буває місцевим (електричні травми) і загальним (електричні удари) коли уражається весь організм.

Характерними видами місцевих електричних травм є:

- електричні опіки;
- електричні знаки;
- металізація шкіри;

- механічні ураження;
- електрофтальмія.

Залежно від умов виникнення опіки бувають трьох видів: струмовий (контактний), дуговий і змішаний, під дією струму і електричної дуги. “Ствол” електродуги має високу температуру - від 4000 до 15000С і вище. Очевидно, що людина яка потрапляє у таку ситуацію отримає опіки того чи іншого ступеню тяжкості. Тканини, що лежать на шляху струму, внаслідок великої кількості теплоти висушуються, обвуглюються і навіть безслідно щезають.

Внаслідок контакту з електромережою виникають електричні знаки. Шкіра в місці контакту затвердіває подібно до мозоля.

Металізація шкіри виникає внаслідок короткого замикання і потрапляння в глибину шкіри газоподібних або розплавлених часток металу, які розлітаються у всі сторони.

Механічні ураження є наслідком судомних скорочень м'язів під дією струму, що призводить до розриву кровоносних судин, м'язів, сухожилків, вивиху суглобів або перелом кісток. Вони виникають тоді, коли людина тривало перебуває під напругою 380В.

Електрофтальмія - ураження очей при горінні електричної дуги потужним ультрафіолетовим випромінюванням.

Електричний удар - це збудження живих тканин організму струмом, що супроводжується судомним скороченням м'язів. Це найнебезпечніший вид ураження, при якому порушується функціонування серцевої, дихальної і мозкової системи людини навіть без жодних зовнішніх ознак, що бувають при електротравмах.

Залежно від наслідків електричні удари умовно поділяються на чотири ступеня:

- скорочення м'язів без втрати свідомості;
- скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженим диханням і роботою серцево-судинної системи;

- втрата свідомості з порушенням дихання або роботи серця;
- клінічна смерть, відсутність дихання і кровообігу.

Клінічна смерть - це перехідний стан від життя до смерті, який настає з моменту припинення діяльності серця і дихання. Хоча у людини відсутні всі ознаки життя, воно ще повністю не згасло - на дуже низькому рівні відбуваються обмінні процеси достатні для підтримування мінімальної життєдіяльності. Довгастий мозок зберігає здатність функціонування протягом 6-10 і більше хвилин. Це дозволяє вжити відповідних заходів, щоб відновити згасаючі або щойно згаслі функції організму.

Причиною смерті від електроудару може бути зупинка серця, дихання або електричний шок, коли струм діє на організм безпосередньо або рефлекторно через центральну нервову систему.

При надмірному збудженні організму людини електричним струмом виникає дуже важка нервово-рефлекторна реакція організму внаслідок чого виникає фібриляція серця або електричний шок.

Фібриляція серця - це стан, коли воно перестає скорочуватися як одне ціле у відповідній послідовності (спочатку пересердя, а потім шлуночок), настають окремі некоординовані посіпування серцевих м'язів (фібрил) і серце перестає працювати як насос.

Електричний шок має дві форми:

- сильне нервове збудження;
- глибоке гальмування і знесилення нервової системи

Шоковий стан знесилює людину, вона стає байдужою до оточуючого середовища при наявності свідомості протягом кількох хвилин або діб. Після чого настає одужання або смерть від повного згасання життєво важливих функцій організму.

Ступінь негативної дії струму на організм людини

Ступінь негативної дії струму на організм людини збільшується при збільшенні сили струму.

Розрізняють три ступеня дії сили струму.

- відчутний - 0,1 мА при змінному і 5-7 мА при постійному струмі;
- невідпускаючий - 10-20 мА змінний, 50-80 мА постійний;
- фібриляційний струм - 100 мА змінний, 3000 мА постійний.

4.4 Протипожежна профілактика та пожежна безпека

Пожежна профілактика - це комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на гарантування безпеки людей, запобігання пожежам, обмеження їх поширення, а також створення умов для успішного гасіння пожежі.

У процесі розробки профілактичних заходів запобігання пожежам враховується протипожежний стан об'єкта, тобто кількість пожеж та збитки від них, число займань, а також травм, отруєнь і загиблих людей, рівень реалізації вимог пожежної безпеки, рівень боєготовності пожежних підрозділів.

Пожежна безпека – це стан об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а у разі її виникнення запобігається вплив на людей шкідливих і небезпечних факторів пожежі та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Небезпечними факторами пожежі є:

- відкритий вогонь та іскри;
- підвищена температура повітря, предметів і т. п.;
- токсичні продукти горіння;
- знижена концентрація кисню;
- обвалення й пошкодження будинків, споруд, установок;
- вибухи.

Забезпечення пожежної безпеки об'єкта передбачає створення системи попередження пожеж та протипожежного захисту. Велике значення при цьому мають організаційно-технічні заходи.

4.5. Обладнання робочого місця з точки зору ТБ

Робоче місце має забезпечувати зручність для працівника, і сприяти максимально збільшити його продуктивність.

Облаштоване згідно з вимогами стандартів робоче місце забезпечує зручне положення людини. Це досягається регулюванням положення крісла, висоти та кута нахилу підставки для ніг за умови її використання, або висоти і розмірів робочої поверхні. Повинне забезпечуватись виконання трудових операцій в зонах моторного поля.

Загальні принципи організації робочого місця:

на робочому місці не повинно бути нічого зайвого; всі необхідні для роботи предмети повинні знаходитись поряд з працівником, але не заважати йому;

ті предмети, котрими користуються частіше, розташовують ближче, ніж інші предмети;

якщо використовують обидві руки, то місце розташування пристосувань вибирається з врахуванням зручності захоплення його двома руками; робоче місце не повинне захарашуватися заготовками і готовим деталями; організація робочого місця повинна забезпечувати необхідну оглядовість.

ВИСНОВКИ

У роботі проаналізовано предметну область, визначено основні підсистеми освітлення автомобіля для автоматизації, розглянуто існуючі аналоги та визначено їх функціональні можливості. Обґрунтовано особливості реалізації та практичного використання елементів системи автоматизації зовнішнього освітлення автомобіля.

Робота присвячена вирішенню актуального питання налагодження автоматизації систем керування зовнішнім освітленням автомобіля. Проведено аналіз та розробку технічних та алгоритмічних засобів збору інформації, був проведений аналіз підсистем освітлення організація робочого процесу, оброблена можливість передачі даних та їх збору за допомогою сучасних датчиків та мікропроцесорних систем, проведено широкий аналіз датчиків для роботи системи

Реалізовані такі елементи системи як автоматизація ввімкнення ближнього світла, активне дальнє світло, автоматизація роботи підфарників та аварійних ліхтарів. Здійснено проектування системи автоматизації освітлення у відповідності до існуючих методик.

Проведено аналіз травматичних ситуацій при виконанні різних робіт у сфері використання комп'ютерної техніки, викладено питання охорони праці.

Дана робота спрямована на підвищення комфорту керування автомобіля а також задля підвищення безпеки на дорогах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Освітлювальна апаратура автомобіля: веб-сайт. URL <https://budtehnika.pp.ua/2037-osvtlyuvalna-aparatura-avtomoblya.html> (дата звернення 16.06.2023)
- 2) Особливості руху в темну пору доби : веб-сайт. URL <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-z-vodinnja-single/rozdil-24-osoblyvosti-ruhu-v-temnu-poru-dobi/punkt-dalne-svitlo-far-i-osliplennja> (дата звернення 16.06.2023)
- 3) Основні види автомобільного освітлення : веб-сайт. URL: <https://130.com.ua/uk/vidy-avtomobilnogo-osveshhenija/> (дата звернення 16.06.2023)
- 4) Дальнє світло з автоматичним керуванням : веб сайт. URL <https://www.volvocars.com/uk-ua/support/car/xс60/16w17/article/fb9b2c511bce9f75c0a801e80086feeа>. (дата звернення 16.06.2023)
- 5) Підручник з будови автомобіля. Посібник для автомобілістів-початківців Видавництво Моноліт-Bizz Автор. Омелічев 2021 288с
- 6) Кисликов В. Ф., Лущик В. В. К44 Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. — 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. — 400 с.
- 7) Arduino Uno :електронний ресурс : веб-сайт. URL <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno> (дата звернення 16.06.2023)
- 8) Датчики Arduino електронний ресурс веб-сайт. URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua> (дата звернення 16.06.2023)
- 9) Датчики Arduino електронний ресурс: веб-сайт. URL: <https://arduino.ua/cat6-atchiki> (дата звернення 16.06.2023)

10) Каців С.Ш., Ведміцький Ю. Г. , Кухарчук В.В. Теоретичні основи електротехніки. Комп'ютерні розрахунки та моделювання нелінійних електричних кіл та кіл з розподіленими параметрами: навчальний посібник – Київ. Гельветика, 2019. 148 с.

11) Войцицький А.П.,Войцицький М.А. Електроніка і мікросхемна техніка: підручник (видання друге, виправлене). – Київ. Гельветика, 2018. 300с

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Код для систем автоматизації

```

//ініціалізація бібліотек та глобальних змінних
#include "Wire.h"
const int MPU_addr = 0x68; // адреса датчика
#define ENC_A 2 // пін енкодера повороту керма
#define ENC_B 4 // пін енкодера повороту керма
#define ENC_TYPE 1 // тип енкодера, 0 або 1
#define GL 5 //пін підключення реле
габаритних вогнів
#define START 3 //пін збору інформації про
ввімкнення запалення
#define LP 6 //пін підключення реле лівого
підфарника
#define RP 7 //пін підключення реле правого
підфарника
#define ALARM 8 //пін підключення реле
аварійної сигналізації
#define lowBeamPin 9 // пін для керування реле
ближнього світла
#define highBeamPin 10 // пін для керування реле
дальнього світла
int lightThreshold = 500; // Порогове значення для
переключення світла
int16_t data[7]; // стандартний масив даних
акселерометра
// [accX, accY, accZ, temp, gyrX, gyrY, gyrZ] acc -
прискорення, gyr - кутова швидкість, temp -
температура
//змінні переривань
volatile int encCounter;
volatile boolean state0, lastState, turnFlag;
//ініціалізація пінів та підключеного обладнання
void setup() {
  pinMode(GL, OUTPUT); //ініціалізація
габаритних вогнів
  pinMode(START, INPUT); //сигнал про ввімкнення
запалення
  pinMode(ENC_A, INPUT); //ініціалізація енкодера
  pinMode(ENC_B, INPUT); //ініціалізація енкодера
  pinMode(LP, OUTPUT); //ініціалізація
підфарників
  pinMode(RP, OUTPUT); //ініціалізація
підфарників
  pinMode(ALARM, OUTPUT); //ініціалізація
аварійних вогнів
  pinMode(lowBeamPin, OUTPUT); //ініціалізація
ближнього світла
  pinMode(highBeamPin, OUTPUT); //ініціалізація
дальнього світла
// ініціалізація акселерометра та протоколу I2C
  Wire.begin();
  Wire.beginTransmission(MPU_addr);
  Wire.write(0x6B); // встановлення регістру
  Wire.write(0); // активація датчика MPU-6050
  Wire.endTransmission(true);
  Serial.begin(9600);
  attachInterrupt(0, int0, CHANGE);
}
// функція управління габаритами при включенні
запалення
void glight(){
  if (digitalRead(3))
    digitalWrite(GL, HIGH);
  else
    digitalWrite(GL, LOW );
}

// функція зчитування кута повороту
void int0() {
  state0 = digitalRead(ENC_A);
  if (state0 != lastState) {
    #if (ENC_TYPE == 1)
      turnFlag = !turnFlag;
      if (turnFlag)
        encCounter += (digitalRead(ENC_B) != lastState)
? -1 : 1;
    #else
      encCounter += (digitalRead(ENC_B) != lastState) ?
-1 : 1;
    #endif
    lastState = state0;
  }
}

// функція управління підфарниками при повороті
керма
void plight() {
  //вимкнення підфарників якщо кермо прямо
  if ((encCounter>=15)&&(encCounter<=15))
  {
    digitalWrite(RP, LOW);
    digitalWrite(LP, LOW);
  }
  //ввімкнення підфарників при повороті
  if (encCounter>15) digitalWrite(RP, HIGH);
  if (encCounter<-15) digitalWrite(LP, HIGH);
}

// функція отримання показів з акселерометра
void getData() {
  Wire.beginTransmission(MPU_addr);

```



```

Wire.write(0x3B); // початок обміну даними 0x3B
(ACCEL_XOUT_H)
Wire.endTransmission(false);
Wire.requestFrom(MPU_addr, 14, true); //
повернення усередненого значення
for (byte i = 0; i < 7; i++) {
  data[i] = Wire.read() << 8 | Wire.read();
}
}
// функція зчитування значень датчиків освітленості
int readLightLevel(int address) {
  Wire.beginTransmission(address);
  Wire.requestFrom(address, 2); // Запитуємо 2 байта
даних з датчика освітленості
  int lightLevel = 0;
  if (Wire.available()) {
    byte highByte = Wire.read(); // Зчитуємо старший
байт
    byte lowByte = Wire.read(); // Зчитуємо
молодший байт
    lightLevel = (highByte << 8) | lowByte; //
Об'єднуємо байти в одне значення
  }
  Wire.endTransmission();
  return lightLevel;
}
// функція включення ближнього світла
void switchToLowBeam() {
  digitalWrite(highBeamPin, LOW); // Вмикаємо
дальнє світло
  digitalWrite(lowBeamPin, HIGH); // Вмикаємо
ближнє світло
}

// функція включення дальнього світла
void switchToHighBeam() {
  digitalWrite(lowBeamPin, LOW); // Вмикаємо
ближнє світло

```

```

digitalWrite(highBeamPin, HIGH); // Вмикаємо
дальнє світло
}
// циклічна функція, що здійснює періодичний
виклик усіх інших
void loop() {
  glight();
  plight();
  getData();
  if (data[0] || data[1]>=2) //зафіксовано різке
гальмування
  digitalWrite(ALARM, HIGH); //відключення
аварійної сигналізації відбудуватиметься у штатному
режимі
  int lightLevel1 = readLightLevel(0x20); //
зчитування показів першого датчика
освітленості(адреса 0x20)
  int lightLevel2 = readLightLevel(0x21); //
зчитування показів другого датчика
освітленості(адреса 0x21)
  int lightLevel3 = readLightLevel(0x22); //
зчитування показів третього датчика освітленості
(адреса 0x22)
  int lightLevel4 = readLightLevel(0x23); //
зчитування показів четвертого датчика освітленості
(адреса 0x23)

  if (lightLevel1 < lightThreshold || lightLevel2 <
lightThreshold || lightLevel3 < lightThreshold ||
lightLevel4 < lightThreshold) {
    switchToLowBeam(); // якщо хоча б одне значенн
нижче встановленого порогового активуємо
ближнє світло
  } else {
    switchToHighBeam(); // якщо усі значенн вище
порогового активуємо дальнє світло
  }
}
}

```

ДОДАТОК Б

Код для калібрування датчика освітленості

```

#include <Wire.h> // Підключаємо бібліотеку Wire
для роботи з I2C

const int lightSensorAddress = 0x20; // Адреса датчика
освітленості
const int minLightLevel = 0; // Мінімальне
значення освітленості (налаштовується під час
калібрування)
const int maxLightLevel = 1023; // Максимальне
значення освітленості (налаштовується під час
калібрування)

void setup() {
Wire.begin(); // Ініціалізація бібліотеки Wire для
роботи з I2C

// Код ініціалізації та налаштування інших
компонентів
}

void loop() {
// Код основної програми
}

void calibrateLightSensor() {
int calibrationSamples = 10; // Кількість зразків для
калібрування
int totalLightLevel = 0;

for (int i = 0; i < calibrationSamples; i++) {
int lightLevel = readLightLevel();

totalLightLevel += lightLevel;

delay(100); // Затримка між зразками
}

int averageLightLevel = totalLightLevel /
calibrationSamples;
minLightLevel = averageLightLevel - 100; //
Встановлення мінімального значення з
урахуванням похибки
maxLightLevel = averageLightLevel + 100; //
Встановлення максимального значення з
урахуванням похибки

// Виведення калібрувальних значень (для
перевірки)
Serial.print("Мінімальний рівень освітленості: ");
Serial.println(minLightLevel);
Serial.print("Максимальний рівень освітленості: ");
Serial.println(maxLightLevel);
}

int readLightLevel() {
Wire.beginTransmission(lightSensorAddress);
Wire.requestFrom(lightSensorAddress, 2); //
Запитуємо 2 байти даних з датчика освітленості

int lightLevel = 0;
if (Wire.available()) {
byte highByte = Wire.read(); // Зчитуємо старший
байт
byte lowByte = Wire.read(); // Зчитуємо молодший
байт
lightLevel = (highByte << 8) | lowByte; // Об'єднуємо
байти в одне значення
}

Wire.endTransmission();
return lightLevel;
}

```

ДОДАТОК В

Код для калібрування енкодера

Калібрування енкодера (позиція – кут повороту)

```
#include <Arduino.h>

const int encoderPinA = 2;
const int encoderPinB = 3;
const int resolution = 360; // Роздільна здатність енкодера (імпульсів на оберт)
const float degreesPerPulse = 360.0 / resolution; // Співвідношення між позицією та кутом повороту

volatile long encoderPosition = 0;
volatile int lastEncoded = 0;

void setup() {
  pinMode(encoderPinA, INPUT_PULLUP);
  pinMode(encoderPinB, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(encoderPinA), updateEncoder, CHANGE);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(encoderPinB), updateEncoder, CHANGE);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  float angle = encoderPosition * degreesPerPulse; // Розраховуємо кут повороту

  // Друк поточного кута повороту
  Serial.println(angle);
  delay(500);
}

void updateEncoder() {
  int MSB = digitalRead(encoderPinA);
  int LSB = digitalRead(encoderPinB);

  int encoded = (MSB << 1) | LSB;
  int sum = (lastEncoded << 2) | encoded;

  if (sum == 0b1101 || sum == 0b0100 || sum == 0b0010 || sum == 0b1011) {
    encoderPosition++;
  }
  elseif (sum == 0b1110 || sum == 0b0111 || sum == 0b0001 || sum == 0b1000) {
    encoderPosition--;
  }

  lastEncoded = encoded;
}
```

ДОДАТОК Г

Код для калібрування акселерометра

```

#include "Wire.h"
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
MPU6050 mpu;
#define BUFFER_SIZE 100
int l6_tax, ay, az;
int l6_tgx, gy, gz;
void setup(){
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  mpu.initialize();
  mpu.setXAccelOffset(0);
  mpu.setYAccelOffset(0);
  mpu.setZAccelOffset(0);
  mpu.setXGyroOffset(0);
  mpu.setYGyroOffset(0);
  mpu.setZGyroOffset(0);
  Serial.println(F("Send any character to start sketch"));
  delay(100);
  while(1){//відкриваємо нескінченний цикл
    if(Serial.available(> 0)){//якщо натиснута довільна
      кнопка
      Serial.read();
      break; //вихід з циклу
    }
  }
  delay(1000);
}
void loop(){
  // формування набору початкових значень
  mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
  Serial.print(ax); Serial.print(" ");
  Serial.print(ay); Serial.print(" ");
  Serial.print(az); Serial.print(" ");
  Serial.print(gx); Serial.print(" ");
  Serial.print(gy); Serial.print(" ");
  Serial.println(gz);
  calibration();
  // формування набору значень після калібрування
  mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
  Serial.print(ax); Serial.print(" ");
  Serial.print(ay); Serial.print(" ");
  Serial.print(az); Serial.print(" ");
  Serial.print(gx); Serial.print(" ");
  Serial.print(gy); Serial.print(" ");
  Serial.println(gz);
  delay(20);
  while(1);
}
// функція калібрування датчика
void calibration(){
  long offsets[6];
  long offsetsOld[6];

  int l6_tmpuGet[6];
  // стандартна чутливість (достатня для виявлення
  різкого гальмування авто
  mpu.setFullScaleAccelRange(MPU6050_ACCEL_FS_
  2);
  mpu.setFullScaleGyroRange(MPU6050_GYRO_FS_2
  50);
  // скидаємо офсети
  mpu.setXAccelOffset(0);
  mpu.setYAccelOffset(0);
  mpu.setZAccelOffset(0);
  mpu.setXGyroOffset(0);
  mpu.setYGyroOffset(0);
  mpu.setZGyroOffset(0);
  delay(10);
  Serial.println("Калібрування триватиме 5 секунд");
  for(byte n = 0; n < 10; n++){// 10 ітерацій
    калібрування
    for(byte j = 0; j < 6; j++){//
      обнуляємо калібрувальний масив
      offsets[j] = 0;
    }
    for(byte i = 0; i < 100 + BUFFER_SIZE; i++){//
      створюємо BUFFER_SIZE вимірів для подальшого
      усереднення
      mpu.getMotion6(&mpuGet[0], &mpuGet[1],
      &mpuGet[2], &mpuGet[3], &mpuGet[4],
      &mpuGet[5]);
      if(i >= 99){// ігноруємо перші 99 вимірів
        for(byte j = 0; j < 6; j++){
          offsets[j] += (long)mpuGet[j]; // виконуємо запис у
          калібрувальний масив
        }
      }
    }
    for(byte i = 0; i < 6; i++){
      offsets[i] = offsetsOld[i] - ((long)offsets[i] /
      BUFFER_SIZE); // враховуємо результати
      попереднього калібрування
      if(i == 2) offsets[i] += 16384; // опрацьовуємо
      спрацювання вздовж осі Z за стандартною
      методикою
      offsetsOld[i] = offsets[i];
    }
    // створюємо нові офсети
    mpu.setXAccelOffset(offsets[0] / 8);
    mpu.setYAccelOffset(offsets[1] / 8);
    mpu.setZAccelOffset(offsets[2] / 8);
    mpu.setXGyroOffset(offsets[3] / 4);
    mpu.setYGyroOffset(offsets[4] / 4);
    mpu.setZGyroOffset(offsets[5] / 4);
    delay(2);
  }
}

```