

МІНІСТРЕСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

_____ Лариса ОДНОДВОРЕЦЬ

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

за спеціальністю 171 «Електроніка» освітньо-професійної програми
«Електронні інформаційні системи»
на тему « ОХОРОННА СИСТЕМА ПРИМІЩЕНЬ НА ОСНОВІ ARDUINO »

здобувача групи ЕП-01 Кікотя Антона Олександровича
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Антон КІКОТЬ
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник асистент кафедри ЕЗПФ,
к-т. фіз.-мат. наук,

_____ Андрій ЛОГВИНОВ

Суми 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
Спеціальність 171 – Електроніка, освітньо-професійна програма
«Електронні інформаційні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав.кафедри ЕЗПФ

Л.В.Однодворець

«01» травня 2024 року

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
Кікотя Антона Олександровича**

Тема роботи **«ОХОРОННА СИСТЕМА ПРИМІЩЕНЬ НА ОСНОВІ ARDUINO»**

затверджена наказом СумДУ від «24» квітня 2024 р., № 0417-VI

2. Термін здавання здобувачем закінченої роботи: 24 травня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи (актуальність, мета):

Мета кваліфікаційної роботи полягає в аналізі наукової літератури з тематики охоронних систем, що дає відповіді на поняття електронних охоронних системи та їх видів, компонентів і особливостей роботи. Оскільки платформа Arduino являється центральним блоком охоронної системи вона підлягає аналізу можливостей та конструкційних особливостей мікроконтролера Arduino Uno. Додатково оглянуті датчики, які будуть застосовуватися в системі. Також метою роботи є проектування електронної схеми охоронної системи, включаючи аналіз самої схеми та програмного забезпечення.

4. Зміст текстової частини роботи (перелік питань, які необхідно розробити):

1. Загальна інформація, види та існуючі варіанти охоронних систем.

2. Аналіз загальної інформації та конструкції Arduino Uno.
 3. Розробка схеми та опис програмного забезпечення електронної схеми.
 4. Результати тестування електронної схеми.
 5. Висновки.
 6. Список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу для презентації:
- Слайд № 1-2: Актуальність і мета роботи
- Слайд № 3-4: Опис теоретичних відомостей про охоронні системи приміщень, їх види та аналіз існуючих варіантів.
- Слайд № 5-7: Аналіз загальних відомостей та конструкції платформи Arduino Uno, огляд датчиків системи охорони, які використовуються.
- Слайд № 8-11: Опис електронної схеми та основного коду програмного забезпечення охоронної системи.
- Слайд № 12-15: Огляд результатів тестування електронної схеми.
- Слайд № 16 Висновки
- Слайд № 17 Подяка
6. Дата видачі індивідуального завдання: 01.05.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка про стан виконання роботи
1.	Аналіз літературних даних	до 07.05.2024 р.	<i>вик.</i>
2.	Проведення експерименту, моделювання, розрахунків, обробка результатів	до 22.05.2023 р.	<i>вик.</i>
3.	Підготовка тексту кваліфікаційної роботи	до 26.05.2023 р.	<i>вик.</i>
4.	Попередній захист роботи	31.05.2024 р., 10-00, онлайн	<i>вик.</i>
5.	Захист роботи в екзаменаційній комісії	04.06.2024 р., 10-00, онлайн	

Здобувач вищої освіти
Керівник

Антон КІКОТЬ
Андрій ЛОГВИНОВ

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота за темою «Охоронна система приміщень на основі Arduino» викладена на: 45 сторінках, містить 3 розділи, 17 рисунків та 21 літературне джерело.

Розвиток технологій, зокрема платформи Arduino, відкриває нові можливості для створення ефективних і доступних охоронних систем для приміщень. Охоронна система на основі Arduino не тільки відповідає сучасним вимогам безпеки, але й забезпечує економічно ефективне, гнучке та інноваційне рішення для захисту важливого об'єкта.

Об'єкт дослідження – системи безпеки приміщень на основі Arduino

Предмет дослідження – апаратно-програмна система безпеки на основі Arduino.

Мета роботи: ознайомлення із існуючими сучасними охоронними системами та створення власної системи безпеки на основі Arduino, яка буде виявляти фактори загорзи об'єкта та інформувати користувачів про небезпеку.

Результати роботи рекомендується використовувати при проектуванні нових та модернізації наявних охоронних систем, які мають аналогічне призначення та базуються на платформі Arduino.

Ключові слова: система безпеки, мікроконтролер, arduino, пін, датчик руху, датчик газу, сервоприлад, сигналізація.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ОХОРОННИХ СИСТЕМ ПРИМІЩЕНЬ	8
1.1. Загальна інформація про охоронні системи	8
1.2. Види охоронних систем.....	10
1.3. Існуючі варіанти охоронних систем.....	14
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЕКТУ	18
2.1. Arduino Uno.....	18
2.2. Датчики.....	23
РОЗДІЛ 3 ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ	28
3.1. Опис схеми і програмної частини.....	28
3.2. Тестування системи.....	37
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	43

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

CO – чадний газ

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

DIP – "Dual In-line Package" подвійний ряд пінів

EEPROM – "Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory" (електрично стираєма програмована оперативна пам'ять)

IoT – Інтернет речей

IDE – середовище розробки

TTL – (Transistor-Transistor Logic) сімейство логічних схем, засноване на використанні біполярних транзисторів.

ВСТУП

На сьогоднішній день існує багато різноманітних охоронних систем, які використовуються у різних сферах життя. Вони можуть бути дорогими та складними у встановленні та обслуговуванні. Тому актуальним завданням є створення доступних, ефективних та легко встановлюваних систем. Охоронна система приміщень – це комплекс технічних засобів та програмного забезпечення, спрямований на виявлення та реагування на небажані події в приміщенні, такі як вторгнення, пожежі, або аварії. Основними функціями охоронних систем є забезпечення безпеки майна та осіб, а також надання можливості вчасної реакції на небезпеку.

Оскільки у сучасному світі зростає необхідність у надійній охороні приміщень, будівель та територій. Забезпечення безпеки має вирішальне значення для захисту життя та майна. Одним із ефективних засобів забезпечення безпеки є використання охоронних систем на основі мікроконтролерів Arduino. Охоронна система, заснована на Arduino, представляє собою комплексне рішення, що використовує технології для моніторингу та контролю за доступом до приміщень, виявлення вторгнень та подій, що порушують безпеку господарського або комерційного приміщення.

Розвиток технологій, зокрема платформи Arduino, відкриває нові перспективи у створенні ефективних та доступних охоронних систем для приміщень. Використання датчиків руху, дверей/вікон та сигналізації у поєднанні з цією платформою дозволить створити системи, які відповідають сучасним вимогам безпеки та можуть бути легко впроваджені в різноманітних умовах застосування.

Мета цієї роботи полягає у створенні системи безпеки для розумного будинку, яка забезпечить захист від несанкціонованого доступу до приміщень.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ОХОРОННИХ СИСТЕМ ПРИМІЩЕНЬ

1.1 Загальна інформація про охоронні системи

Охоронна система - це комплекс взаємопов'язаних технічних, організаційних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки об'єкта, наприклад, житлового сектора. Вона включає в себе різноманітні компоненти та системи, які працюють разом, щоб зменшити ризик небезпеки та захистити мешканців і майно. Основна мета системи безпеки - запобігти небажаним подіям, які можуть загрожувати життю, здоров'ю або майну людини, а також підвищити швидкість і ефективність реагування на непередбачувані ситуації. Залежно від побажання власників і індивідуальних характеристик пристроїв, система може забезпечити різний рівень захищеності та ефективності. Система безпеки включає в себе багато пристроїв, які відстежують різні аспекти домашнього середовища, рух об'єктів, стан дверей і вікон, можливі витіки газу і взаємодіють з іншими розумними пристроями для автоматизації завдань або надсилання сповіщень господарю на смартфон. пристрої можуть виявляти загорання поблизу вразливих місць або на всьому секторі, таких як гараж, кухня з гарячою і надсилати сповіщення на смартфон, запобігаючи фінансовим збиткам або фатальним наслідкам. Крім того, інтелектуальні датчики безпеки можуть забезпечити додатковий рівень захисту, виявляючи рух у домі та повідомляючи про будь-які потенційні проблеми з небажаним проникненням.

Така система може включати наступні елементи:

- Датчики дверей/вікон
- Датчики – руху
- Датчик диму та СО

При спробі вибивання або відкривання дверей і вікон спрацьовує датчик геркон, який сигналізує власника про небажане вторгнення. Датчики дверей/вікон(геркон) – це магнітоконттактний датчик, який застосовується для відкриття дверей або вікна.

Він складається з двох частин: безпосередньо самого сповіщувача та магніту. Перший встановлюється на одвірок або віконну раму (тобто на нерухому частину). Магніт кріпиться на двері або віконну стулку. Принцип роботи датчика відкриття заснований на властивостях геркона - елемента, здатного ставати провідником під впливом магнітного поля. У нормальному стані магніт і блок з герконом зімкнуті. Як тільки двері, на якій встановлений датчик, відкриваються - магніт віддаляється від геркона, контакти розмикаються і геркон перестає проводити струм. При закритті дверей відбуваються зворотні процеси: магніт наближається до геркона, контакти замикаються і геркон починає проводити струм. В обох випадках датчик спрацьовує і миттєво відсилає повідомлення про тривогу на центральний блок.

Коли на ділянку проник небажаний гість, його фіксує датчик руху, який подає сигнал, в наслідок чого запускається сигналізація та відправляється повідомлення власнику на смартфон про незаконне вторгнення. Датчик руху – це спеціальний детектор, який реагує на рух об'єкта в полі своєї дії. Принцип роботи багатьох датчиків руху базується на аналізі магнітних і теплових хвиль. Коли людина або інший об'єкт переміщується з достатньою швидкістю, то датчик спрацьовує і подає сигнал на електронну схему управління. Далі блок управління реагує на виникнення заданого образу: в датчиках руху для освітлення може бути включене світло, а в охоронних датчиках руху включається сигнал оповіщення про небезпеку. Найчастіше детектором в таких датчиках є піро-приймач, який детектує інфрачервоне випромінювання. Такі детектори застосовується в жилих приміщеннях, а також на виробництві, в офісах, на відкритих територіях. Вони універсальні та мають високу чутливість.

Пожежна та газова система або частина комбінованої системи, яка складається з компонентів і ланцюгів, призначених для моніторингу та оповіщення про стан пожежі або наявності газової сигналізації чи пристроїв, що ініціюють контрольні сигнали, а також для ініціювання відповідної реакції на ці сигнали. Розглянемо інфрачервону технологію вимірювання газу, оскільки вона є новою та сучасною

технологією порівняно з іншими методами, і її використання в промисловості стає все більш поширеним. Джерело інфрачервоного випромінювання випромінює певну довжину хвилі, включно з тими, що поглинаються цільовим газом. Випромінюване випромінювання проходить через камеру зразка, де взаємодіє з газом. Якщо цільовий газ присутній, він поглинає певні довжини хвиль випромінюваного випромінювання, зменшуючи інтенсивність випромінювання, що проходить. Детектор вимірює інтенсивність пропущеного випромінювання після того, як воно пройшло через камеру зразка. Блок обробки сигналів порівнює інтенсивність переданого випромінювання з вихідним випромінюванням. Аналізуючи різницю в інтенсивності, блок обробки сигналів обчислює концентрацію газу та надає вихідні дані, такі як цифровий дисплей або сигнал тривоги.

Отже, сучасні системи охорони складаються з різних датчиків і пристроїв, які виявляють рух, відкриття дверей або вікон, дим або газові витіки. Ці системи можуть легко взаємодіяти з іншими розумними пристроями, щоб забезпечити надійний та ефективний рівень безпеки. Завдяки цьому охоронні системи можуть бути адаптовані до різних потреб і забезпечують комплексний підхід до захисту будинків, офісів і промислових об'єктів.

1.2 Види охоронних систем

Оператори комунальних послуг пропонують нові – інноваційні, або старі – надійні способи зв'язку в мережі «машина-машина» (M2M), забезпечуючи при цьому надійну та безпечну передачу даних. Існує безліч комунікаційних рішень, два найпоширеніші - це ширококутні бездротові технології та високошвидкісні дротові варіанти, такі як мідний і волоконно-оптичний кабель. Хоча обидва варіанти мають місце в комунальних приміщеннях і промислових M2M-додатках, таких як автоматизація розподілу в інтелектуальних мережах, можна спостерігати зростання використання ширококутних бездротових M2M-технологій.

Сімейство бездротових мережевих платформ M2M, які довели свою надійність у найсуворіших умовах, зазвичай розгортаються щодня у критично важливих місцях господарського або промислових секторах, пропонуючи щоденну роботу. Ці платформи можуть запропонувати найбільш ефективно, безпечно і продуктивно рішення в порівнянні з іншими варіантами. Наприклад, у порівнянні з оптоволоконом, бездротові системи M2M відносно прості в установці. У випадку, якщо підземний кабель буде пошкоджений настільки, що потребуватиме ремонту або заміни, витрати можуть бути дуже високими. Багато бездротових технологій M2M відносно не потребують технічного обслуговування, а якщо технічне обслуговування все ж таки необхідне, його можна легко виконати. Після встановлення провідні пристрої бездротового M2M-зв'язку рідко потребують будь-якого обслуговування. Якщо з якихось причин технічне обслуговування необхідне, найкращі системи надають інформацію про очікуване обслуговування, а місце або тип необхідного обслуговування можна легко визначити дистанційно. Таким чином, оператори відправляють когось на обслуговування тільки тоді, коли це потрібно, тим самим заощаджуючи час і гроші. Якщо бездротові платформи M2M правильно спроектовані та встановлені, вони не потребуватимуть технічного обслуговування роками. Принаймні один з виробників бездротового M2M-зв'язку пропонує зворотньо-сумісні рішення, що також дозволяє заощадити на технічному обслуговуванні, а також на витратах на зберігання та заміну обладнання.

При розгортанні бездротової системи безпеки на будь-якому об'єкті важливо звернути увагу на протокол, за яким працює система, оскільки це суттєво впливає на продуктивність, надійність і масштабованість системи. Існує кілька бездротових протоколів, які зазвичай використовуються в системах захисту від вторгнень. Деякі з розглянутих відкритих протоколів включають Bluetooth Low Energy (BLE), DECT ULE, Thread, Z-Wave і ZigBee є прикладом відкритого протоколу, а PowerG є прикладом власницького протоколу. Ідеальна система поєднувала б переваги як відкритих, так і власницьких протоколів.

Детальніше про ці протоколи :

Bluetooth Low Energy (BLE), також відомий як Bluetooth Smart, - це енергоефективна бездротова технологія, призначена для передачі невеликих обсягів даних на короткі відстані, діапазон дії зазвичай становить близько 10 метрів, хоча це може варіюватися залежно від середовища. Головна відмінність BLE від класичного Bluetooth полягає в тому, що він оптимізований для низького енергоспоживання. Це дозволяє пристроям BLE працювати протягом тривалого часу на маленьких батарейках, що робить його ідеальним для носимих пристроїв, датчиків та інших пристроїв Інтернету речей (IoT).

DECT ULE (DECT Ultra Low Energy) – це стандарт бездротового зв'язку, спеціально розроблений для створення мереж датчиків та виконавчих пристроїв у сфері розумного будинку. Забезпечує надійне та стабільне з'єднання, навіть на великій відстані (до 30 метрів у приміщенні) та за наявності перешкод. Щоб забезпечити надійний захист даних у мережах DECT ULE - AES захищає дані від несанкціонованого прослуховування, а AIC захищає дані від перехоплення та підміни.

Базується на двох вже існуючих технологіях:

- DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications): це стандарт бездротового зв'язку, який використовується вже багато років для домашніх телефонів. Він забезпечує надійне з'єднання та хорошу якість голосу.
- ULE (Ultra Low Energy): це розширення DECT, яке знижує енергоспоживання. Це дозволяє пристроям DECT ULE працювати протягом тривалого часу на батарейках.

Thread - це мережевий протокол, розроблений спеціально для використання в системах охорони. Він базується на стеку протоколів IPv6 (Internet Protocol version 6) і призначений для створення безпечних, масштабованих та енергоефективних мереж з великою кількістю пристроїв. Також мережа Thread автоматично відновлюється у випадку збою або відключення пристрою. Пристрої можуть передавати дані один одному, не обов'язково через центральний хаб. Thread використовує multiple-source

encryption (шифрування з кількома джерелами) для захисту даних у мережі. Це робить його стійким до злому.

Z-Wave - це бездротовий протокол зв'язку, що широко використовується для автоматизації будинків та комерційних приміщень. Він вирізняється стандартизацією на всіх рівнях, від фізичного рівня до рівня додатків. Це означає, що пристрої Z-Wave різних виробників можуть взаємодіяти між собою, за умови їх сумісності із загальним стандартом. Z-Wave використовує шифрування AES-128 для захисту даних у мережі, що робить систему стійкою до злому. Протокол Z-Wave розроблений для роботи в зашумлених середовищах, до 100 метрів у приміщенні і до 30 метрів на відкритому повітрі. Він використовує низьку частоту радіосигналу(908,4 – 921 МГц) та технологію mesh-мережі, яка дозволяє пристроям передавати сигнали один одному, якщо пряме з'єднання неможливе.

ZigBee - це стандартизований бездротовий протокол низького рівня потужності, призначений для створення мереж з датчиків та інших пристроїв з низьким енергоспоживанням. Він розроблений для роботи в розумних будинках та системах Інтернету речей (IoT), де потрібна надійна комунікація з тривалим терміном служби батареї. Як і Z-Wave, ZigBee використовує технологію mesh-мережі, яка дозволяє пристроям передавати сигнали один одному, якщо пряме з'єднання з центральним хабом неможливе. Це підвищує надійність та стійкість мережі до перешкод. Оскільки ZigBee стандартизований протокол, означає, що пристрої ZigBee різних виробників можуть взаємодіяти між собою, за умови їх сумісності із загальним стандартом. Окрім діапазону частоти(2.4 ГГц (IEEE 802.15.4)) технічні характеристики схожі на ZigBee.

Отже, ефективність і надійність бездротових систем у поєднанні з широким спектром доступних протоколів роблять їх привабливим вибором для охоронних систем та комунікацій M2M. Вибір правильного протоколу та його належна інтеграція є ключовими чинниками успіху у забезпеченні безпеки та стабільності систем. В той час як, основні переваги бездротових технологій включають мобільність, швидке

розгортання мережі та простоту налаштування. Вони мають деякі сильні переваги порівняно з провідними аналогами, але кількість недоліків все ж більша.

1.3 Існуючі варіанти охоронних систем

На ринку представлено широкий спектр систем безпеки, від простих та доступних до складних та багатофункціональних. Кожна система має свої особливості та переваги, що робить вибір оптимального рішення непростим завданням. Аналізуючи компанії та їх бездротові рішення, можна виділити системи від Ajax, Jablotron, Ring.

В питанні про охоронні системи, неможливо не помітити популярну українську компанію Ajax, взявши до огляду систему Ajax StarterKit, можна побачити, що комплект включає:

Ajax Hub – Центральний елемент системи, який керує всіма пристроями та зв'язком, який може підтримує до 150 пристроїв Ajax. Зв'язується з датчиками та пультами дистанційного керування за допомогою власного протоколу Jeweller, який забезпечує високий рівень безпеки та надійності. Наявна резервна батарея, яка забезпечує автономну роботу до 15 годин у разі відключення електроенергії. Підключається до інтернету здійснюється через Ethernet або Wi-Fi.

Ajax MotionProtect – бездротовий інфрачервоний датчик руху, який сповіщає про вторгнення в приміщення. Датчик визначає рух людини на відстані до 12 метрів і не реагує на домашніх тварин. Забезпечує дальність зв'язку з хабом до 1700 метрів, працює за власницьким радіопротоколом Jeweller, робочі частоти 868,0-868,6 МГц. Пристрій живиться від батареї типу CR123A 3 В.

Ajax DoorProtect white - бездротовий датчик відчинення, який сигналізує про перші ознаки вторгнення в приміщення через розбиті двері або вікно. Призначений для встановлення всередині приміщень. Має дальність зв'язку з хабом до 1200 метрів, комплектується двома магнітами: великий встановлюється на відстані до 2 см, малий - на відстані до 1 см; живленням 3В від батарейки типу CR123A.

Додатково до стандартного комплекту, можуть входити:

Ajax HomeSiren – бездротова кімнатна сирена сповіщає про небажане вторгнення в приміщення, що охороняється. Гучність 85-105 дБ. Забезпечує дальність зв'язку з Hub-ом до 2000 метрів, при робочі частоти 868,0-868,6 МГц.

Ajax FireProtect 2 SB (CO) – бездротовий датчик чадного газу, де детектування небезпечної концентрації чадного газу відповідає вбудований хімічний сенсор з терміном роботи не менш ніж 10 років, завдяки 2 незмінюваним літієвим батареям.

Проаналізувавши рішення від Чеської компанії Jablotron, можна сказати, що система Jablotron JK-100 є головною візитівкою. Jablotron JK-100 – це бездротова система охорони, яка пропонує надійний захист господарського будинку або офісного приміщення. Стандартний комплект Jablotron JK-100 включає:

Панель керування JA-101K – це "мозок" системи, до якого підключаються всі датчики та пристрої. Панель має дисплей та клавіатуру для керування системою, а також підтримує GSM-комунікатор для зв'язку з центральним пультом моніторингу.

Датчик руху JA-111P – датчик виявляє рух у приміщенні та активує тривогу у разі вторгнення.

Датчик відкриття/закриття дверей/вікон JA-110M – датчик виявляє відкриття/закриття дверей або вікон і активує тривогу у разі несанкціонованого доступу.

Пульт дистанційного керування Jablotron JA-80F – пульт дозволяє користувачу керувати системою з віддаленої відстані, активувати/деактивувати її, а також ставити та знімати з охорони окремі зони. Для зв'язку використовується лише RF-зв'язок при частоті 868,95 МГц або 433 МГц, залежно від моделі.

Додатково до стандартного комплекту, можуть входити:

- Сирена JA-60A – сирена оповіщає про тривогу гучним звуком та світловим сигналом.
- Клавіатура JA-119K – клавіатур а дозволяє вам керувати системою з кодом, а також використовується для активації/деактивації системи.

- Модуль GSM/GPRS JA-190GP – модуль забезпечує резервний GSM-зв'язок з центральним пультом моніторингу на випадок перебоїв з електропостачанням або телефонною лінією.
- Модуль Ethernet JA-190IP – модуль забезпечує Ethernet-зв'язок з центральним пультом моніторингу для більш швидкого та надійного зв'язку.
- Датчики диму JA-150 – датчик виявляє дим та активує тривогу у разі пожежі.
- Датчики затоплення JA-151 – датчик виявляє затоплення та активує тривогу у разі протікання води.

Дивлячись на аналоги попередніх компаній, знайшов систему охорони Ring Alarm 5-Piece Kit від компанії Ring.

Базова станція (Base Station) – Це головний центр всієї системи. Він керує зв'язком з усіма іншими пристроями та підключається до інтернету (через Wi-Fi або Ethernet), також можлива взаємодія через Z-Wave на частоті 908,42 МГц, потребуючи джерело живлення постійного струму 12 В, 1,5 А.

Клавіатура (Keypad) – За допомогою цієї клавіатури користувач може ставити та знімати систему з охорони, вибирати різні режими (наприклад, "вдома" або "відсутній"), а також керувати іншими сумісними з системою розумними домашніми пристроями.

Датчик відкриття/закриття дверей/вікон – датчик встановлюється на двері або вікна і спрацьовує, коли вони відкриваються або закриваються. Таким чином, він сигналізує вам про можливе проникнення.

Датчик руху – датчик виявляє рух всередині вашого будинку до 8 метрів. Якщо система поставлена на охорону і датчик фіксує рух, спрацьовує сигнал тривоги.

Розширювач діапазону – пристрій допомагає збільшити зону покриття бездротового сигналу базової станції. Він особливо корисний, якщо у вас великий будинок.

Отже, при порівнянні наявності тих чи інших компонентів в існуючих системах, можна побачити спільні аспекти. Усі три системи використовують бездротові

технології для комунікації між датчиками, хоча є можливість використання дротяної технології(Ethernet кабель), що дозволяє простіше встановлювати систему, зменшити витрати на прокладання дротів і забезпечити гнучкість у розміщенні пристроїв. Кожна система має центральний компонент, який керує всіма підключеними пристроями та забезпечує зв'язок з користувачем або службами моніторингу. У випадку Ajax це Ajax Hub, у Jablotron — Панель керування JA-101K, а у Ring — Base Station.

В роботі буде використано Arduino Uno як головний хаб. Системи, які наведена вище, включають датчики, які виявляють рух у приміщенні та сповіщають про відчинення дверей або вікон. Ці датчики є базовими елементами будь-якої системи безпеки. Також, як основний додаток до системи є звукова сирена, яка сповіщує про тривогу, що є важливим елементом для відлякування зломисників та попередження мешканців. Звукова сирена є більш простою за віддалене керування або сповіщення користувача через смартфон, але використовується і по нині.

РОЗДІЛ 2

ОГЛЯД ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЕКТУ

2.1 Arduino Uno

Arduino Uno – це електронна платформа з відкритим вихідним кодом, заснована на простому у використанні апаратному та програмному забезпеченні.

Плати Arduino здатні зчитувати вхідні дані - світло на датчику, палець на кнопці або повідомлення в соціальній мережі або смартфоні, перетворюючи це на вихідні сигнали, які активують процеси на платі. Надання команд платі, «що робити?», здійснюється шляхом задання наборів інструкцій до мікроконтролера на платі. Для цього використовується мова програмування Arduino(на основі Wiring) і програмне забезпечення Arduino (IDE) на основі Processing. Існує кілька середовищ розробки (IDE), які можна використовувати для програмування Arduino такі як Platypus, Visual Studio Code або онлайн-середовище 3D-моделювання типу Wokwi чи ThinkerCad. Для програмування мікроконтролерів використовується мова програмування C та C++. Розширення можливостей, для більш складних, специфічних задач здійснюється за допомогою бібліотек C/ C++.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд Arduino Uno. Адаптовано з роботи [12]

Плата розробки Arduino складається з центрального мікроконтролера з додатковими оточуючими його компонентами та ланцюгами для взаємодії з комп'ютером, які можна також використовувати для програмування мікроконтролера. Для під'єднання до комп'ютера та програмування мікроконтролера в плату Arduino Uno вбудовано перетворювач інтерфейсу USB у логіку TTL (USB to TTL converter).

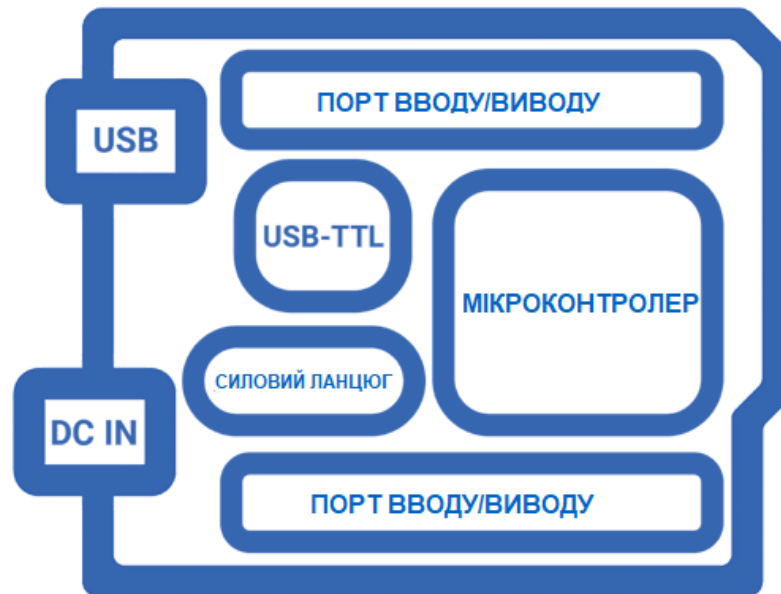


Рисунок 2.2 - Блок схеми Arduino Uno. Адаптовано з роботи [12]

Arduino має 14 цифрових виводів, 6 з яких можна використовувати як ШІМ-виходи, кварцовий кристал на 16 МГц, 6 аналогових входів, заголовок ICSP і кнопка скидання, USB-роз'єм і роз'єм для підключення живлення. Підключати його можливо до комп'ютера за допомогою USB-кабелю або живити його за допомогою адаптера змінного/постійного струму, або навіть використовувати батарейки.

USB-роз'єм на Arduino Uno має дві функції.

Перша - для зв'язку, підключення до комп'ютера через USB-порт, а також для завантаження прошивки в Arduino за допомогою завантажувача. Друга - для живлення

Arduino, USB-порт використовується для живлення плати безпосередньо від будь-якого USB-порту.

Кристалічний резонатор та керамічний резонатор

На рисунку нижче можна побачити, що позначено два компоненти. Перший - це кварцовий генератор на 16 МГц, який використовується для мікросхеми ATmega16U2, а другий - резонатор на 16 МГц, який використовується для мікроконтролера ATmega328P.

Для роботи мікроконтролера потрібне джерело тактового сигналу. Тактова схема визначає швидкість, з якою працює мікроконтролер. Кількість інструкцій в секунду, яка буде виконуватися, залежить від тактової частоти. Мікроконтролери серії ATmega можуть використовувати два типи джерел тактової частоти. Одним з таких є внутрішній RC-генератор, який вже вбудований в мікроконтролер. Але недоліком використання внутрішнього генератора є те, що його максимальна частота обмежена і він не такий точний. Використання зовнішнього генератора тактових імпульсів рятує ситуацію. У цьому випадку ми будемо використовувати для цієї мети кварцовий генератор або керамічний резонатор.

Перемикач скидання(кнопка Reset) - це невелика кнопка, зазвичай білого або синього кольору, яка розташована на більшості плат Arduino. Як видно з назви, цей тактильний перемикач використовується для скидання мікроконтролера ATmega328. Описуючи простими словами, натискання на кнопку має той самий ефект, що й від'єднання та повторне підключення живлення до Arduino. Ця дія перезапускає програму, яка вже завантажена на плату, змушуючи її розпочати виконання з самого початку.

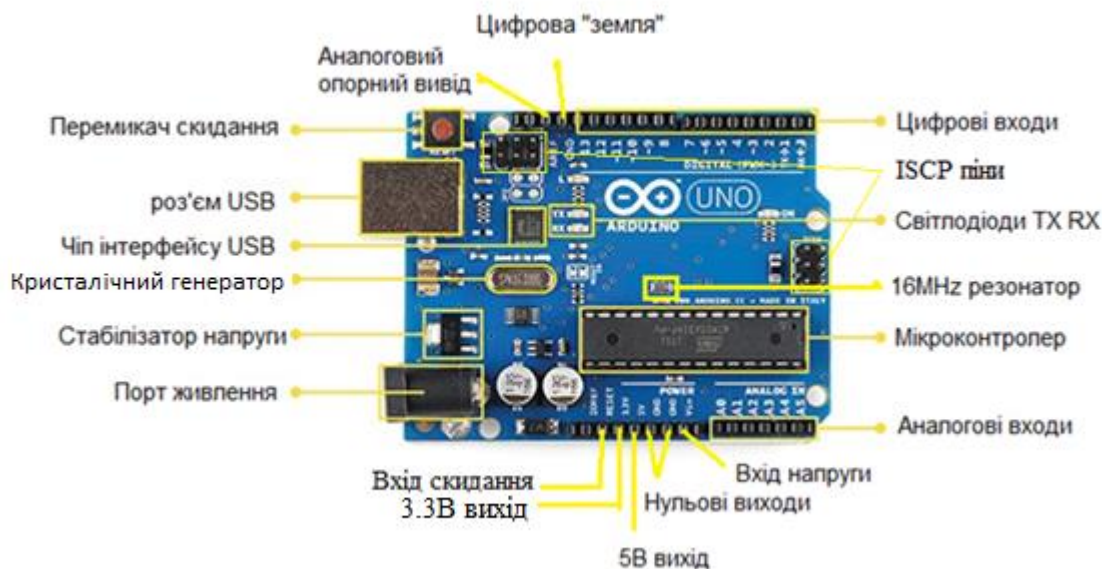


Рисунок 2.3 - Будова Arduino Uno. Адаптовано з роботи [15]

Мікросхема інтерфейсу USB-TTL. Спеціальна мікросхема, яка використовується для забезпечення зв'язку між платформою Arduino і комп'ютером через USB-порт. Цей чіп відповідає за перетворення сигналів між стандартом USB (Universal Serial Bus) і TTL (Transistor-Transistor Logic), який використовується мікроконтролером Arduino. В Arduino Uno, в якості мікросхеми інтерфейсу USB - TTL виступає ATmega16U з кастомною прошивкою. Мікросхема дозволяє завантажувати програмне забезпечення на Arduino, взаємодіяти з ним через серійний порт та використовувати його для моніторингу та відлагодження коду.

Порт живлення. Гніздо постійного струму, яке використовується для подачі живлення на мікроконтролер. Через нього можемо подавати 7-12 В, а отже, використовувати адаптер постійного струму на 12 В або 9 В для живлення плати Arduino.

Мікроконтролер - ATmega328P. Це мікроконтролер, який використовується як основний процесор або "мозок" на платформі Arduino, в версія використовує 28-контактну DIP-версію ATmega328P, яка має ряд цифрових та аналогових входів-

виходів(I/O) портів, які дозволяють взаємодіяти з різними пристроями та сенсорами. Він також має вбудовану флеш-пам'ять для зберігання програмного коду та EEPROM для зберігання даних. Також контролер попередньо оснащений завантажувачем, який дозволяє безпосередньо завантажувати програму в Arduino через USB без необхідності використання зовнішнього програматора.

Цифровий та аналоговий вхід/вихід. Arduino UNO має 14 цифрових входів/виходів і 6 аналогових входів. Цифрові входи/виходи мають 5В логічний рівень, також можна використовувати аналогові входи як цифрові входи/виходи. Arduino UNO підтримує 6 каналних 10-бітних входів АЦП через А0-А5, які можна дискретизувати і аналізувати за допомогою мікроконтролера.

ISCP піни. На платі можна знайти два 6-контактних роз'єми. Один з них знаходиться біля мікросхеми USB - TTL, а інший - на кінці плати. Ці контакти використовуються для програмування цих двох мікроконтролерів. Роз'єм, з права від кнопки скидання, використовується для програмування прошивки USB-TTL в цю мікросхему. А роз'єм, над головним процесором, використовується для запису завантажувача в мікроконтролер ATmega328.

Індикатори стану та вбудований світлодіод. Всього на платі 4 світлодіоди, версії Arduino UNO. Один використовується як індикатор живлення, а два - для відображення активності пінів Rx(прийом) і Tx(відправлення), відображення активності пінів Rx і Tx світлодіодами дозволяє забезпечити більш зручну та інформативну взаємодію з пристроєм, а також полегшити відлагодження і діагностику проблем зі зв'язком. Ще один світлодіод прив'язаний до цифрового виводу 13, який можна використовувати для тестування плати Arduino або просто як індикатор.

Вхід напруги - призначений для підключення зовнішнього джерела живлення. Рекомендована напруга для входу від 7В до 20В, щоб уникнути перегріву вбудованого стабілізатора.

Нульові виходи(GND) - використовується для заземлення та створення замкненого кола при підключенні до входу напруги, 5В або 3.3В. На платах доступні декілька контактів GND для заземлення.

5В вихід. Надає стабільну напругу 5 вольт для зовнішніх пристроїв. Цю напругу можна використовувати для живлення зовнішніх пристроїв або подавати на макетну плату.

3.3В вихід. Надає напругу 3.3 вольта для живлення зовнішніх пристроїв. Він працює аналогічно до пін 5В.

AREF пін або аналоговий опорний вхід (Analog Reference). Цей пін дозволяє встановити зовнішнє джерело опорної напруги для аналогових перетворювачів. Використання зовнішнього джерела опорної напруги може бути корисним у випадках, коли потрібно збільшити точність вимірювань або коли вимірювальний діапазон аналогових сигналів відрізняється від внутрішнього джерела напруги.

2.2 Датчики

Визначившись з метою завдання, можна стверджувати, що датчик руху буде виконувати головну роль. В роботі PIR-датчик HC-SR501, буде виконувати основну роль. Принцип роботи PIR-сенсора заснований на виявленні інфрачервоного випромінювання, що випускається живими істотами та об'єктами, які потрапляють у поле його зору. Цей датчик складається з двох половинок, кожна з яких має піроелектричний датчик, що генерує напругу під впливом тепла або інфрачервоного випромінювання. Коли тепле тіло, наприклад, людина або тварина, рухається перед датчиком, це викликає різку зміну кількості інфрачервоного випромінювання, яке отримують обидві половини. Ця зміна фіксується датчиком, і він генерує вихідний сигнал. Зазвичай PIR, моделі HC-SR501, виявляє інфрачервоне випромінювання довжиною хвилі від 8 до 14 мікрометрів і має діапазон 3-7 метрів із полем зору 120 - 140 градусів. PIR зазвичай працюють при напрузі 4.5 - 20 В постійного струму.



Рисунок 2.4 - PIR-датчика HC-SR501. Адаптовано з роботи [16]

Згідно з висновками попередніх розділів, датчик газу є другим основним датчиком в охоронній системі. Пристрій, який використовується для виявлення та вимірювання концентрації газів у повітрі. Датчики газу використовуються в різних галузях, включаючи промисловість, безпеку та охорону навколишнього середовища. В роботі було використано датчик газу MQ-2, який використовує напівпровідниковий матеріал, який змінює свою провідність у присутності горючих газів. Датчик MQ-2 може виявляти пропан, дим та інші горючі гази. Також чутливість можна регулювати за допомогою вбудованого потенціометра. Якщо коротко описати технічні характеристики то:

- Робоча напруга +5В .
- Виявлення LPG, алкоголю, пропану, водню, CO і навіть метану. Аналогова вихідна напруга: від 0 В до 5 В.
- Цифрова вихідна напруга: 0 В або 5 В (логіка TTL).
- Тривалість попереднього розігріву 20 секунд.
- Може використовуватися як цифровий або аналоговий датчик.



Рисунок 2.5 - Датчик газу MQ-2. Адаптовано з роботи [17]

Наступним, не менш важливим датчиком є ультразвуковий датчик, який працює в парі з датчиком руху і доповнює його. В роботі було використано датчик моделі HC-SR04. Модуль датчика складається з ультразвукового передавача, приймача та схеми керування. Датчик може працювати тільки в діапазоні 4,8В ~ 5В постійного струму, ця версія має більш широкий діапазон вхідної напруги, що дозволяє йому працювати з контролером, який працює на 3,3В. Ультразвуковий датчик HC-SR04 забезпечує дуже недорогий і простий метод вимірювання відстані від 2см до 4м, при точності 3мм. Він вимірює відстань за допомогою ультразвукового сонара. Імпульс (~40 КГц) передається від пристрою, і відстань до цілі визначається шляхом вимірювання часу, необхідного для повернення ехосигналу. Цей датчик забезпечує відмінну точність визначення дальності і стабільні показники в простому у використанні корпусі.



Рисунок 2.6 – Ультразвуковий датчик HC-SR04. Адаптовано з роботи [18]

В ролі датчика дверей/вікон виступає сервопривід моделі SG-90. Сервопривід може обертатися приблизно на 180 градусів (по 90 в кожному напрямку) і працює так само як і стандартні сервоприводи, але меншого розміру. Сервопривід SG90 зазвичай використовується як виконавчий механізм для керування рухом, що дозволяє йому впливати на стан дверей/вікон. Основні технічні характеристики, які дозволяють зрозуміти основні можливості датчика:

Технічні характеристики

- Вага: 9 г
- Розмір: 22,2 x 11,8 x 31 мм при бл.
- Зупиняючий момент: 1,8 кгс-см
- Робоча швидкість: 0,1 с/60 градусів
- Робоча напруга: 4,8 В (~5 В)
- Ширина зони нечутливості: 10 мкс



Рисунок 2.7 – Сервопривід моделі SG-90. Адаптовано з роботи [19]

Для звукового сповіщення про спрацювання системи використовується п'єзоелектричний випромінювач звуку.



Рисунок 2.8 – П'єзоелектричний випромінювач звуку. Адаптовано з роботи [20]

Датчик має п'єзоелектрична діафрагма з 3 клем, підключаючи до джерела живлення постійного струму(DC) 3.0-20 В генерує звук при відповідному сигналі.

РОЗДІЛ 3

ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Опис схеми і програмної частини

Зробивши висновки з 2 розділу можна стверджувати, що основними компонентами схеми будуть Arduino UNO, в ролі головної платформи охоронної системи. В ролі датчика для виявлення руху було обрано інфрачервоний датчик руху HC-SR501. В роботі буде присутній ультразвуковий датчик HC-SR04, який вимірює відстань до об'єкта. Наступним приладом, який використовується в схемі, буде датчик газу MQ-2. В ролі сигналізації виступає звичайний п'єзоелектричний випромінювач звуку, а за світлову індикацію спрацювання схеми, відповідають звичайні діоди(LED). Для виведення текстової інформації, про реакцію системи на активність, застосовано LCD дисплей 16x2, до якого підключений потенціометр, для регулювання напруги на контакті 5B(VCC). В ролі датчика закриття дверей/вікон, виступає серводвигун моделі SG90.

Першочерговим кроком у проектуванні розробленої системи є створення схеми, що відображає з'єднання всіх компонентів системи та самого мікроконтролера, представлених на рисунку 3.1. Якщо подивитися на електричну схему, то можна побачити, що червоні лінії на цій схемі позначають з'єднання, які перебувають під напругою(VCC), а чорні лінії – заземлення(GND). Зелені контакти відповідають за підключення компонентів(датчик руху, датчик газу, ультразвуковий датчик та серводвигун) до плати Arduino. Коричневий, фіолетовий, синій, блакитний, жовтий, оранжевий, рожевий – призначені для підключення LCD дисплея до схеми.

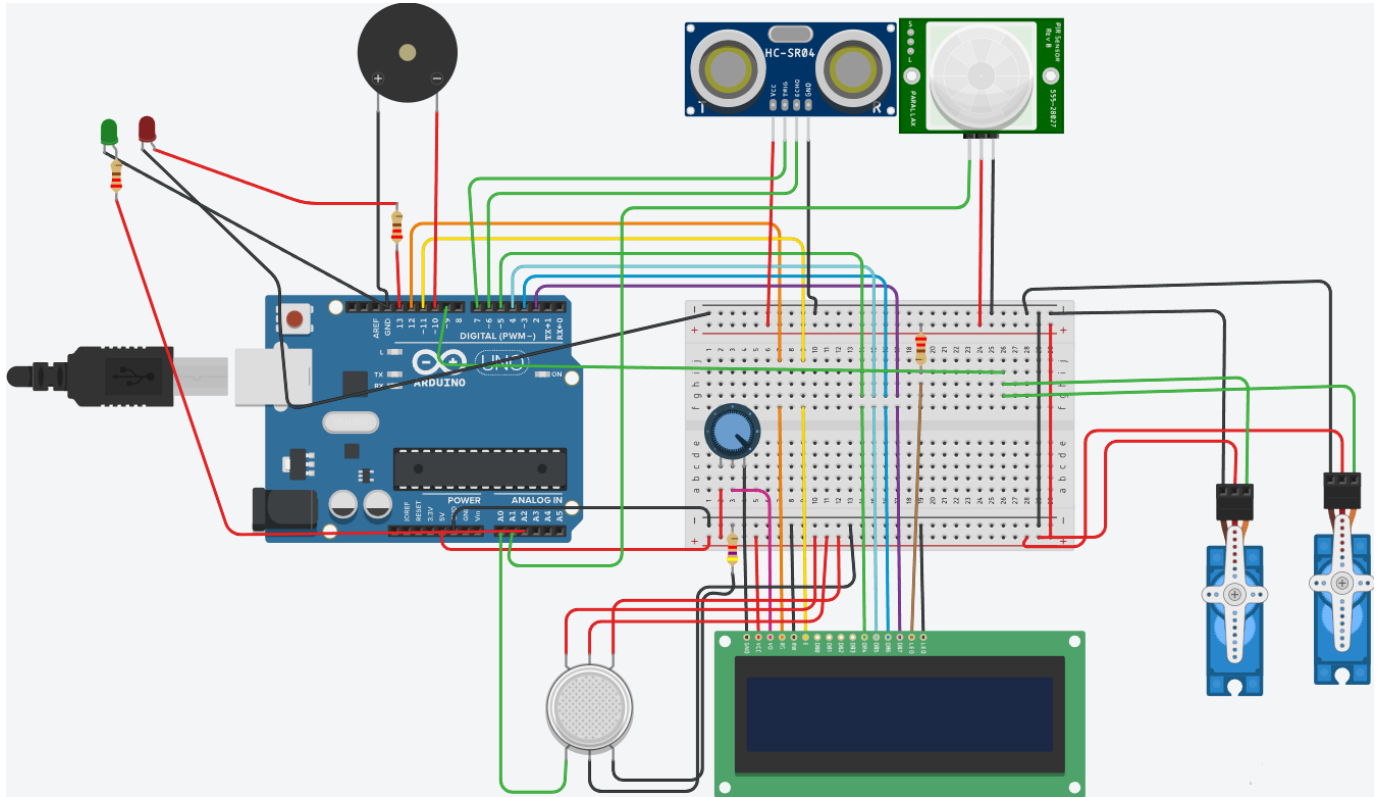


Рисунок 3.1 – Схема розробленої системи в середовищі Tinkercad

Проектування схеми й програмного забезпечення відбувалось в онлайн — середовищі Tinkercad, який дозволяє писати код мовою C++. Стандартним кроком, для початку написання програмного забезпечення є підключення відповідних бібліотек, констант або змінних, які будуть використовуватись у програмі.

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Servo.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); // Ініціалізація
LCD-дисплея

int pirState = LOW;
int echoPin = 6;
int pingPin = 7;
int buzzer = 10;
int led = 13;
```

```

int gaspin = A0;
int gaspinthreshold = 100;
Servo myServo;
Servo myServo1;
int pos = 0;
int gled = A2;
int val = A1;

```

Дивлячись на перші рядки можна побачити підключення важливих бібліотек, за допомогою команди “include”, які забезпечують необхідний функціонал, для працездатності елементів системи.

LiquidCrystal.h – за допомогою бібліотеки плата Arduino може керувати рідкокристалічними дисплеями (LCD) на базі чипсета Hitachi HD44780 (або сумісного), який використовується у більшості дисплеїв з текстовим інтерфейсом. Бібліотека працює в 4- або 8-бітному режимі.

Servo.h – ця бібліотека дозволяє платі Arduino керувати серводвигунами, за допомогою ШІМ-сигналу, де ширина імпульсу ШІМ-сигналу визначає кут нахилу серводвигуна. Сервоприводи мають вбудовані шестерні та вал, якими можна точно керувати. Стандартні сервоприводи дозволяють розміщувати вал під різними кутами, серводвигун моделі SG90 має кут нахилу від 0 до 180 градусів.

Наступним чином, були оголошені змінні, за допомогою команди “int”, такі як:

int pirState = LOW – змінна, яка використовується для збереження поточного стану PIR датчика, де значення LOW означає, що руху не виявлено.

int pos = 0 – це оголошена змінна, яка ініціалізується значенням 0, що означає збереження поточної позиції сервоприводу стану спокою.

int gaspinthreshold = 100 – це змінна, яка використовується як поріг для визначення рівня газу або диму, при перевищенні якого система повинна вжити певних заходів наприклад – подати сигнал сигналізації.

`Servo myServo`, `Servo myServo1` – це класи бібліотеки Arduino, які використовуються для керування сервоприводами. З назви класів, стає зрозуміло, що існує два сервоприводи, над якими здійснюються операції.

Всі інші команди в цьому блоці, призначенні для присвоєння відповідного піна для подальшої роботи над елементами системи.

Далі описано частину коду, яка відповідальна за основні налаштування.

```
void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);
  myServo.attach(9);
  pinMode(pingPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  lcd.print("Welcome!");
  pinMode(gaspin, INPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(gled, OUTPUT);
}
```

Функція `setup()` виконується один раз при запуску або скиданні плати Arduino. Вона визначає початкові умови для всіх використовуваних пристроїв і компонентів схеми, таких як дисплей, датчики(газу, руху), сервоприводи, світлодіоди і їх початкові режими(`pinMode`). Це гарантує, що всі пристрої працюватимуть належним чином, коли запускається основний цикл програми (функція `loop()`).

`lcd.begin(16, 2)` – ця команда ініціалізує LCD дисплей, вказуючи його розміри 16 символів у ширину і 2 рядки у висоту.

`Serial.begin(9600)` – команда встановлює швидкість передачі даних через серійний порт, що називається швидкістю передачі (`baud rate`). Значення 9600 означає, що дані передаються зі швидкістю 9600 біт в секунду (`bps`). 9600 біт в секунду є

стандартом швидкості для багатьох пристроїв і компонентів, дана швидкість достатня для забезпечення стабільної та надійної передачі даних без втрат і перебоїв. Наприклад, при швидкості 9600 bps кожен біт передається за приблизно 104 мікросекунди.

`myServo.attach(9)` – ця команда прив'язує сервопривід до 9 пін, дозволяючи програмі керувати приладом.

`pinMode(pingPin, OUTPUT)` – ця команда встановлює пін(`Trigge`) як вихідний. Це означає, що цей пін використовується для надсилання ультразвукового сигналу від ультразвукового датчика. Для цього налаштовано вихідне значення, щоб мікроконтролер міг генерувати сигнал, який буде відправлений через цей пін до датчика.

`pinMode(echoPin, INPUT)` – ця команда встановлює пін(`Echo`) як вхідний, щоб мікроконтролер міг зчитувати сигнал, що повертається.

`pinMode(gaspin, INPUT)` – ця команда відповідає за встановлений пін датчика газу в аналоговий роз'єм A0. Цей пін буде використовуватися для зчитування значень з датчика газу.

`pinMode(led, OUTPUT)`, `pinMode(gled, OUTPUT)` – ці команди налаштовані як вихідні й використовуються для керування підключеними світлодіодами(зеленим і червоним).

Далі йде частина основного циклу, яка виконується постійно.

```
void loop() {
    digitalWrite(gled, HIGH);
```

Цей рядок коду присвоює пін, який відповідає за зелений світлодіод, у високий логічний рівень (`HIGH`). Тобто, коли на діод подається напруга, і при старті програми він загоряється.

Наступна частина основного циклу, включає код для роботоздатності газового датчика.


```
int analogsensor = analogRead(gaspin);
  if (analogsensor > 400)
  {
    Serial.print(analogsensor);
    myServo1.write(90);
    digitalWrite(gled, LOW);
    digitalWrite(led, HIGH);
    lcd.begin(16,2);
    lcd.print("Smoke detected");
    tone(buzzer,450, 5000);
  }
  else
  {
    lcd.begin(16,2);
    lcd.print("All Clear!");
    noTone(buzzer);
    digitalWrite(led, LOW);
    myServo1.write(0);
  }
```

Першочергово виконується команда `analogRead(gaspin)`, яка зчитує аналогове значення, отримане від газового датчика, підключеного до піна A0. Зчитане значення зберігається у змінній `analogsensor`, значення може бути від 0 до 1023, де 0 відповідає 0В, а 1023 відповідає 5В. Далі здійснюється перевірка зчитаного значення `if (analogsensor > 400)`. Якщо зчитане значення перевищує 400, це вказує на наявність диму або газу, що активує відповідні сигнали та дії: виникнення зеленого світлодіода – `digitalWrite(gled, LOW)`, ввімкнення червоного світлодіода – `digitalWrite(led, HIGH)`, виведення повідомлення на дисплей – `lcd.print("Smoke detected")`, ввімкнення

звукового сигналу – `tone(buzzer,450, 5000)` та перехід сервоприводу в нейтральне положення – `myServo1.write(90)`. В іншому випадку, система вказує, що все в порядку, виконуючи команди після строки `else`.

Далі йде друга частина основного циклу, ця частина коду відповідає за обробку сигналу від PIR датчика, який використовується для виявлення руху в зоні його дії.

```

    val = digitalRead(A1);
    if (val == HIGH)
    {
        digitalWrite(led, HIGH);
        myServo.write(0);
        if (pirState == LOW)
        {
            lcd.begin(16, 2);
            lcd.print("Security Warning!");
            pirState = HIGH;
            tone(buzzer, 450, 5000);
            digitalWrite(gled, LOW);
            digitalWrite(led, HIGH);
            delay(1000);
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("Closing Doors");
            delay(5000);
            lcd.clear();
        }
    }
    else
    {
        digitalWrite(led, LOW);

```

```

myServo.write(180);
  if (pirState == HIGH)
  {
    lcd.begin(16,2);
    lcd.print("All Clear!");
    pirState = LOW;
    digitalWrite(led, LOW);
    noTone(buzzer);
    delay(500);
  }
}

```

В першому рядку коду `val = digitalRead(A1)` виконується зчитування стану датчика, підключеного до піну A1. Це значення зчитується у змінну “val”. Далі умовний оператор `if (val == HIGH)` перевіряє, чи зчитане значення від датчика PIR являється високим(HIGH), що вказує на виявлений рух. Якщо датчик зафіксував активність, то виконуються наступні дії: вмикається червоний світлодіод – `digitalWrite(led, HIGH)`.

Серводвигун повертається на 0 градусів, виконує функцію закривання. Далі йде ще одна умова, `if (pirState == LOW)` активується для того, щоб виконати дію лише один раз, коли рух вперше виявляється й уникнути повторного виконання цих дій при кожному циклі основного циклу `loop()`, коли рух продовжується. Дана умова запускає ряд подій: Встановлює повідомлення на дисплей про небезпеку – `lcd.print("Security Warning!")`. Встановлює значення `pirState` в стан HIGH, щоб ці дії виконувалися тільки один раз при кожному виявленні руху. Вмикає звукову сигналізацію, червоний світлодіод, вимикає зелений світлодіод і після затримки змінює повідомлення на дисплеї – `lcd.print("Closing Doors")`. Якщо рух не виявлено, коли `val == LOW`, вмикається червоний світлодіод і серводвигун повертається на 180 градусів, тобто відкриває двері.

Якщо рух продовжується, то змінна `val` буде залишатися в стані збудження(`HIGH`), але код всередині `if (pirState == LOW)` не буде виконуватися знову, оскільки значення `pirState` змінилося на – `pirState = HIGH`.

Коли рух припиняється, червоний світлодіод вимикається, серводвигун повертається на 180 градусів, переходячи в відкритий стан. Остання умова в цьому блоці виконується коли стан датчика був активним – `if (pirState == HIGH)`, відбувається скидання системи: виводиться повідомлення "All Clear!" на LCD-дисплеї, відновлюється початковий стан статусу датчика – `pirState = LOW` та вимикається червоний світлодіод та звукова сигналізація.

Далі йде частина коду, яка відповідає за обробку даних від ультразвукового сенсора

```

    long duration, inches, cm;
        digitalWrite(pingPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
        digitalWrite(pingPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
        digitalWrite(pingPin, LOW);
        duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
        inches = microsecondsToInches(duration);
    cm = microsecondsToCentimeters(duration);
        lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("D: ");
    lcd.print(inches);
    lcd.print("in, ");
    lcd.print(cm);
    lcd.print("cm");
        Serial.println();
    delay(100);
}

```

```

long microsecondsToInches(long microseconds) {
    return microseconds / 74 / 2;
}

long microsecondsToCentimeters(long microseconds) {
    return microseconds / 29 / 2;
}

```

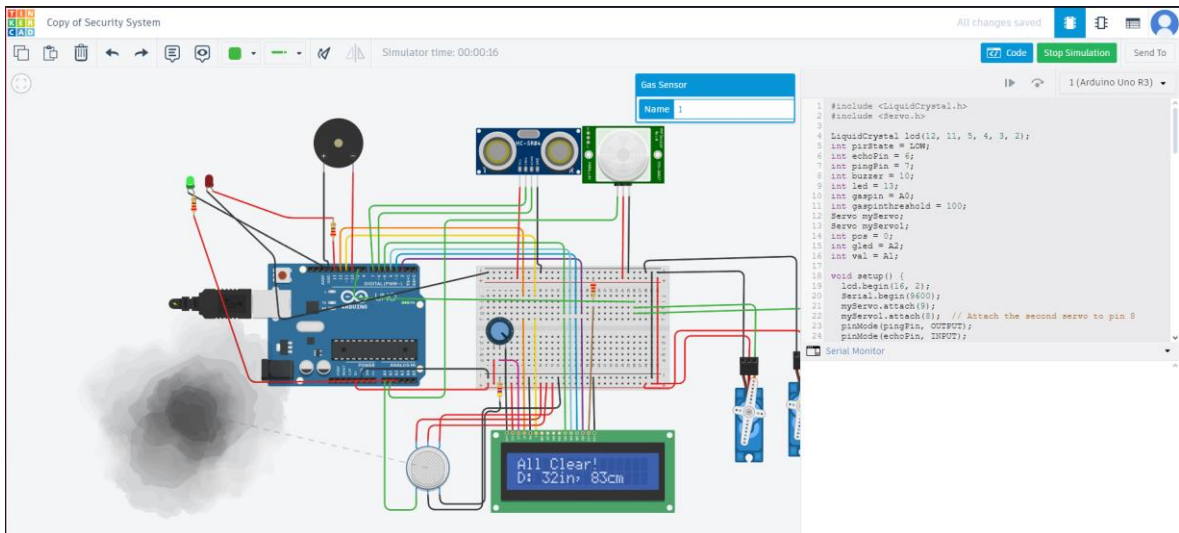
Цей блок коду відповідає за вимірювання відстані можливостями ультразвукового датчика та відображення інформації на дисплей про дальність до об'єкта в дюймах та сантиметрах. Для цього, спочатку оголошуються три змінних типу long, які будуть використовуватися для збереження часу (в мікросекундах) та відстані (в дюймах і сантиметрах). Оскільки ультразвуковий датчик працює шляхом відправлення і приймання звукових хвиль, за відправлення відповідає тригерний пін, а за приймання ехо пін. Для початку встановлено тригерний пін спочатку встановлюється в неактивний стан (LOW). Після затримки у 2 мікросекунди тригерний пін встановлюється в активний стан (HIGH) на 10 мікросекунд, що дає можливість створити ультразвуковий імпульс. Потім тригерний пін знову встановлюється в режим спокою. Щоб виміряти часу відбиття імпульсу використовуємо ехо пін і функцію pulseIn. Функція вимірює тривалість активної дії на ехо піну, яка дорівнює часу між відправленням і отриманням ультразвукового імпульсу. Час, виміряний у мікросекундах конвертується у відстань в дюймах і сантиметрах за допомогою команд microsecondsToInches і microsecondsToCentimeters відповідно. Далі отриманні дані виводяться на дисплей. Останні два рядки коду відповідають за конвертацію часу в дюйми та сантиметри

3.2 Тестування системи

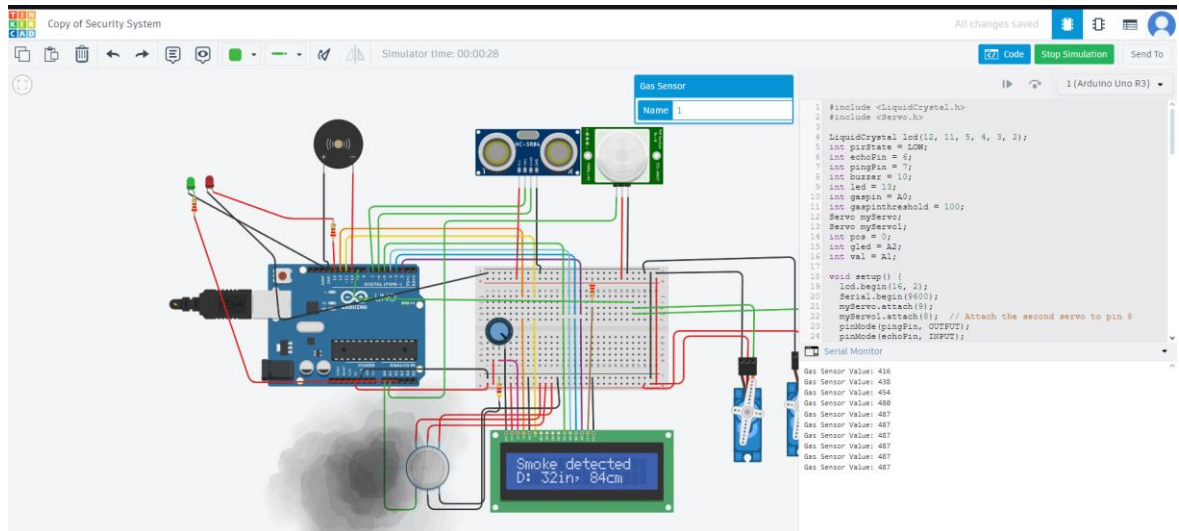
Тестування проводитиметься за допомогою вбудованому функціоналу онлайн середовища для розробки Tinkercad. Для перевірки системи створено спеціальне

доповнення до основного програмне забезпечення, яке виводитиме інформацію до послідовного порту(Serial monitor) про активність датчиків.

Першочерговою буде перевірка роботи роботи датчика газу MQ-2, після запуску програми, онлайн середовище дозволяє створити імітовану зону диму, яку можна переміщувати.



а)

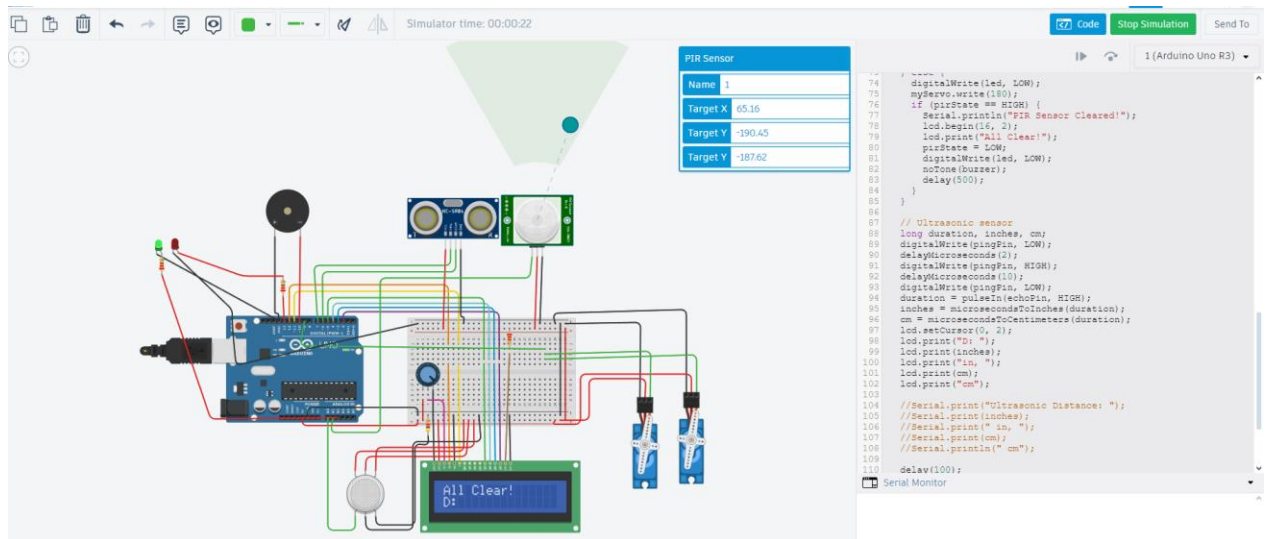


б)

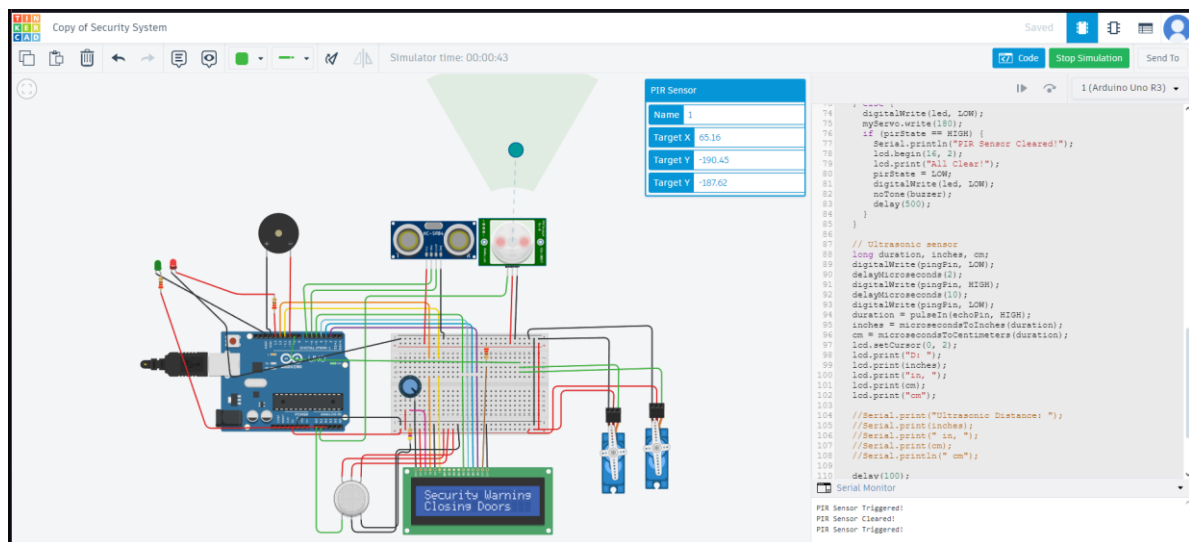
Рисунок 3.2. – Тест газового датчика MQ-2: а) – стан спокою, б) – збуджений стан.

З результатів тесту можна побачити, що датчик зреагував на імітовану загрозу, в нижньому правому куті видно зафіксовані значення, які перевищують поріг в 400 одиниць. Також видно вивід напису “Smoke detected” та загоряння червоного світлодіода, хоч і видимість не задовільна.

Наступним буде тест PIR-датчика руху HC-SR501, після запуску програми, онлайн середовище дозволяє імітувати рух в зоні дії датчика, шляхом керування об'єкта мишкою.



а)

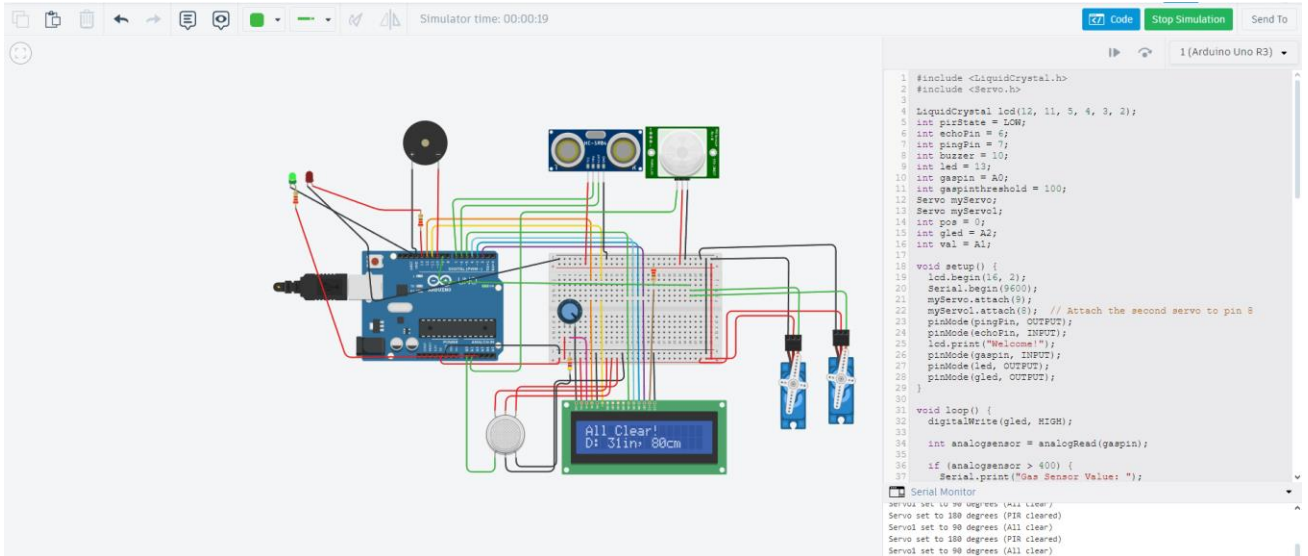


б)

Рисунок 3.3 – Тест датчика руху HC-SR501: а) – стан спокою, б) – збуджений стан.

З результатів тесту, представлених на рисунку 3.3, можна побачити, що датчик зреагував на імітований рух, в нижньому правому куті видно, що дії були зафіксовані. Видно вивід напису на дисплей та загоряння червоного світлодіода, хоч і видимість не задовільна. Також можна побачити зміну положення сервоприладу.

Далі тестуватимуться сервоприводи SG90, оскільки вони спрацьовують після дії датчиків руху та газу, то перевірка буде поетапною.



а)

```

Servo1 set to 90 degrees (All clear)
Servo set to 180 degrees (PIR cleared)
Servo1 set to 90 degrees (All clear)
Servo set to 180 degrees (PIR cleared)
Servo1 set to 90 degrees (All clear)
Servo set to 180 degrees (PIR cleared)
Servo1 set to 90 degrees (All clear)
Servo set to 180 degrees (PIR cleared)
Servo1 set to 90 degrees (All clear)
Servo set to 0 degrees (PIR triggered)
PIR Sensor Triggered!
Servo1 set to 90 degrees (All clear)
Servo set to 180 degrees (PIR cleared)
PIR Sensor Cleared!
Servo1 set to 90 degrees (All clear)
Servo set to 180 degrees (PIR cleared)
Gas Sensor Value: 403
Servo1 set to 90 degrees (Smoke detected)
Servo set to 180 degrees (PIR cleared)
Servo1 set to 0 degrees (All clear)

```

б)

в)

Рисунок 3.4 – Тест сервоприводу SG90: а) – стан спокою, б) – реакція на дію датчика руху, в) – реакція на дію датчика газу.

Отже, можна побачити послідовність дій, коли датчик руху фіксує рух – сервопривід переходить в закрите положення. Якщо це була поодинокі реакція сервопривід повертається в початкове положення, але при постійному переміщенні об'єкта закритий статус зберігається. При спрацюванні датчика газу – сервопривід займає відкрите положення до кінця фіксації газу, після чого знову займає нейтральне положення.

Останнім є тест ультразвукового датчика HC-SR04, який використовується для вимірювання відстані до об'єкту і виводить цю інформацію на дисплей.

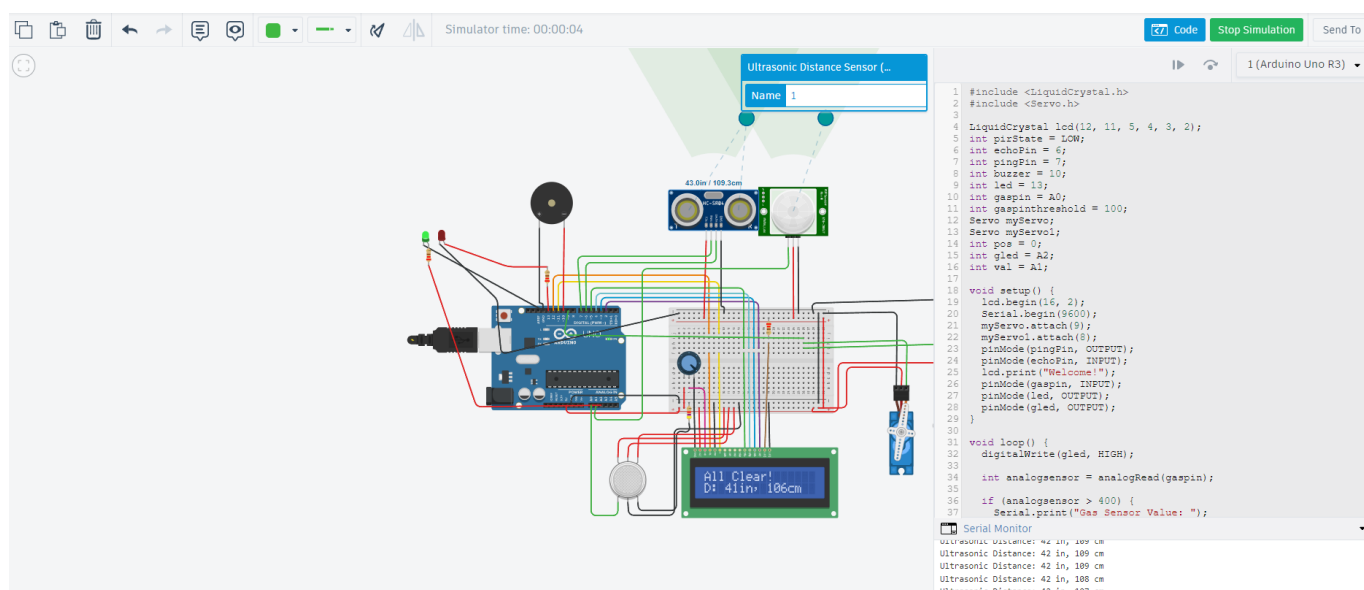


Рисунок 3.4 – Тест ультразвукового датчика HC-SR04.

Отже, з рисунка 3.4, можна побачити, що ультразвуковий датчик здатний виміряти відстань до об'єкта, виводить ці дані на дисплей для наглядності і діагностики роботи системи.

ВИСНОВКИ

Робота присвячена створенню системи безпеки для розумного будинку, яка буде використовувати Arduino Uno як центральний хаб. Схема системи охорони буде включати датчики руху, датчик газу, а також звукову сирену.

Розглянувши поняття системи охорони можна зрозуміти, що вони складаються з різних компонентів, таких як датчики, панелі керування, сирени та комунікаційні модулі, які працюють разом, щоб виявляти та реагувати на активність в секторі. Було розглянуто види охоронних систем, які бувають провідними і безпроводними і мають свої переваги та недоліки. Також було розглянуто бездротові протоколи і види дротових технологій, які використовуються в охоронних системах або в розумних домах. Розглянувши існуючі рішення від знаменитих компаній, був зроблений основний вектор ходу роботи в сторону використання датчиків руху, датчики відкриття дверей/вікон та звукової сирени.

Оскільки Arduino Uno виступає як «мозок» системи, була приділена ретельна увага до всіх аспектів цієї платформи, від технічних характеристик до будови, що дає розуміння в подальшій роботі з особливостями використання цього мікроконтролера. Також було розглянуто технічні характеристики, принцип дії та будову, не менш важливих датчиків, таких як датчик руху, датчик газу і п'єзоелектричний випромінювач звуку. Отже, на основі теоретичних відомостей в цій частині звіту, можна зробити висновки про загальні поняття, види та компоненти охоронних систем на базі Arduino Uno, що дає нам уявлення про загальний вектор практичної роботи.

Практична частина роботи була присвячена розробці охоронної системи приміщень на основі Arduino Uno R3, з використанням датчика руху, ультразвукового датчик, датчика газу, сервопривід, LCD дисплей та потенціометр, який регулює його напругу. Схема містить допоміжні елементи оповіщення такі як п'єзоелектричний випромінювач, який виконує функцію звукової сигналізації та світлодіоди. Замість бездротових технологій зв'язку, які зазвичай потребують додаткових витрат на обладнання та особливостей налаштування, було використано традиційні дротові з'єднання. Спроектвана система налаштована на виявлення руху, джерела газу або диму, сповіщаючи про це звуковим й візуальним методом. Також система має доступ до контролю над дверима і вікнами, виконуючи відповідну дію залежно від типу загрози. Незважаючи на свою простоту, система буде надійно служити власникам, які турбуються про свою безпеку тут і зараз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) A.J. Jara, Y. Sun, H. Song, R. Bie, D.Genooud, Y. Bocchi, Internet of things for cultural heritage of smart cities and smart regions, in: 2015 IEEE 29th Int. Conf. Adv. Inf. Netw.
- 2) П. В. Мокренко . Елементи і пристрої фізичної та електронної охорони об'єктів. Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Л. : Фенікс,2000. — 186 с.
- 3) Anthony C Ijeh, Allan J.B., David S.P., Chris Imafidon. Security Measures in Wired and Wireless Networks // 3rd International Symposium on Innovation in Information & Communication Technology At: Amman, Jordan Volume:4, 113-121pp, December 2019.
- 4) Geethanjali T M ,RaushaniKumari,Srividya M S,Shreeraksha M R.International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) – Volume 60 Issue 2 - June 2018 ISSN: 2231-2803 Page 120 Security System using Arduino .
- 5) E. Anthi, L. Williams, M. Słowińska, G. Theodorakopoulos and P. Burnap, “A supervised intrusion detection system for smart home IoT devices,” IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 5, pp. 9042–9053, 2019.
- 6) ItWorldCanada. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://i.itworldcanada.com/wp-content/uploads/2017/06/WiredVsWirelessCommercialSecuritySystem.pdf> Дата доступу: 01.05.2024 р.
- 7) Cerf VG, Abbas AE (2019) Internet, technology, and the future: an interview with vint cerf. Next-generation ethics: engineering a better society. Cambridge University Press, Cambridge, p 54
- 8) A Anitha “Home security System using Internet of things”, pp. inICSET 2017 Swati Tiwari , Rahul Gedam “A Review Paper on Home15 Page 1-15 © MANTECH PUBLICATIONS 2019. Volume 2 Issue 1Automation System based on Internet of Things Technology”, pp. in IRJET, May 2016

9) Ajax Systems. [Електронний ресурс]. Режим доступу:<https://ajax.systems.ua/>
Дата доступу: 02.05.2024 р.

10) Jablotron. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://jablotron.com.ua/> Дата доступу: 02.05.2024 р.

11) Ring. [Електронний ресурс]. <https://ring.com/> Дата доступу: 02.05.2024 р.

12) Michael Margolis, Brian Jepson, Nicholas Weldin. Arduino Cookbook: Recipes to Begin, Expand, and Enhance Your Projects 3rd Edition : навчальний посібник. Надруковано у Сполучених Штатах Америки 2020р, 795ст.

13) Arduino. [Електронний ресурс].
<https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf> Дата доступу: 02.05.2024 р.

14) Badamasi, Y.A., "The working principle of an Arduino," in Electronics, Computer and Computation (ICECCO), 2014 11th International Conference on , vol.,no., pp.1-4, Sept. 29 2014-Oct. 1 2014. doi: 10.1109/ICECCO.2014.6997578

15) Alisher S. I., Zafar B. J., Andijan Machine B. I.(March 2022) “Study of arduino microcontroller board”, "Science and Education" Scientific Journal / ISSN 2181-0842 Volume, 3 Issue 3. pp 171-179.

16) Kazi Sultanabanu, Sayyad Liyakat, Kutubuddin Kazi, Gouse Kosgiker. PIR Sensor-Based Arduino Home Security System // Journal of Instrumentation and Innovation Sciences. Volume-8, Issue-3, 33-37pp, September-December, 2023.

17) MQ-2 Gas Sensor. Components101.com. [Електронний ресурс].
<https://components101.com/sensors/mq2-gas-sensor> Дата доступу: 02.05.2024 р.

18) Hanson Technology. HC-SR04 Ultrasonic Sensor Datasheet [Електронний ресурс]. <https://www.handsontec.com/dataspecs/HC-SR04-Ultrasonic.pdf> Дата доступу: 02.05.2024 р.

19) Guido di Pasquo “SG90 Servo Characterization”, Aeronautical Engineering Student at Universidad Tecnológica Nacional – Regional Haedo – Argentina, 1-5pp, August 2021.

20) Piezoelectric Sensor Datasheet PKM22EPPH4001-BO [Электронный ресурс]

<https://wiki-content.arduino.cc/documents/datasheets/PIEZO-PKM22EPPH4001-BO.pdf>

Дата доступа: 02.05.2024 г.

21) Tinkercad. [Электронный ресурс]. <https://www.tinkercad.com/learn> Дата

доступа: 02.05.2024 г.