

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління
(повна назва)

Кафедра Автоматизації проектування обчислювальної техніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Мікроконтролерна система безпеки розумного будинку

(тема)

Виконав:

студент II курсу, групи СКСм-21-1
Мельничук Р.А.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Спеціалізовані
комп'ютерні системи
(повна назва освітньої програми)

Керівник: доц. Ларченко Л.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри АПОТ


(підпис)

Чумаченко С.В.
(прізвище, ініціали)

2022 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління
Кафедра Автоматизації проектування обчислювальної техніки
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія
(код і повна назва)
Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Спеціалізовані комп'ютерні системи
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри



(підпис)

“ ” 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові Мельничуку Ростиславу Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мікроконтролерна система безпеки розумного будинку

затверджена наказом по університету від " 14 " 11 2022 р. № 1478 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 27.12.2022

3. Вихідні дані до роботи

Платформа ARDUINO UNO Rev3

Датчики руху HC-SR501

Магнітно-контактний датчик МС-38

Мова програмування Arduino C

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

1 Аналіз предметної області та постановка завдання дослідження

2 Програмно-апаратний комплекс системи безпеки розумного будинку

3 Розробка структури системи безпеки

4 Розробка програмного забезпечення системи безпеки розумного будинку

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) 16 слайдів

6. Консультанти розділів роботи (заповнюється за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)


Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	Дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	01.09.2022 - 02.09.2022	
2	Аналіз предметної області	03.09.2022 - 15.09.2022	
3	Аналіз джерел з проблемної галузі	16.09.2022 - 01.10.2022	
4	Мікроконтролерні системи Arduino	02.10.2022 - 15.10.2022	
5	Розробка моделі системи безпеки «розумного будинку»	16.10.2022 - 30.10.2022	
6	Розробка програмної частини системи безпеки	01.11.2022 - 14.11.2022	
7	Побудова змодельованої системи безпеки	15.11.2022 - 18.11.2022	
8	Оформлення пояснювальної записки	19.11.2022 - 29.11.2022	
9	Оформлення графічного матеріалу	30.11.2022 - 10.12.2022	
10	Перевірка виконаного проекту керівником	11.12.2022- 21.12.2022	

Дата видачі завдання 01 вересня 2022 р.

Студент


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

доц. Ларченко Л.В.

(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 55 сторінки, 23 рисунків, 1 таблиця, 10 джерел за переліком посилань.

МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА, БЕЗПЕКА, РОЗУМНИЙ БУДИНОК, ДАТЧИК, ARDUINO UNO, TINKERCAD

Метою кваліфікаційної роботи є розробка мікроконтролерної системи безпеки «розумного будинку» на основі мікроконтролера Arduino Uno, датчиків руху та магнітно-контактних датчиків для реалізації функцій керування системою.

В ході кваліфікаційної роботи був проведений аналіз предметної області, обрано компоненти системи з відповідними технічними характеристиками розроблено структуру системи безпеки «розумного будинку».

Була побудована та запрограмована система безпеки «розумного будинку» на основі мікроконтролерів Arduino. Моделювання системи було проведено на основі онлайн сервісу Tinkercad.

ABSTRACT

The explanatory note contains 55 pages, 23 figures, 1 table, 10 sources by the list of references.

SYSTEM, SECURITY, SMART HOUSE, SENSOR, ARDUINO UNO, TINKERCAD

The purpose of qualification work is a development of smart house microcontroller security system based on Arduino Uno microcontroller, motion sensors to implement the function of system management.

During the course of the qualification work a security system based on a microcontroller, motion and magnetic contact sensors was developed, and system components with appropriate technical characteristics were selected.

A smart home security system based on Arduino microcontrollers was built and programmed. The construction of the system was carried out on the basis of the Tinkercad online service.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ.....	10
1.1 Системи «розумного будинку» та їх можливості	10
1.2 Огляд систем безпеки «розумного будинку»	15
1.3 Мета і постановка завдання.....	24
2 ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС	26
2.1 Мікроконтролерні платформи для систем безпеки «розумного будинку».....	26
2.2 Вибір мікроконтролера для проекту	28
2.3 Опис компонентів системи безпеки «розумного будинку».....	31
2.4 Опис системи безпеки «розумного будинку».....	36
2.5 Реалізація та тестування системи.....	38
3 РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ.....	47
3.1 Експериментальне дослідження працездатності системи	47
3.2 Аналіз результатів моделювання.....	55
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	59
ДОДАТОК А Графічна частина кваліфікаційної роботи.....	60
ДОДАТОК В Лістинги програм.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

ШІМ – широтно-імпульсна модуляція

ОЗУ – Оперативна пам'ять

EEPROM – Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

GND (GROUND) – точка нульового потенціалу мікросхеми

Скетч (Sketch) – програма-прошивка мікроконтролера

URL (Uniform Resource Locator) – схема створення унікальних адрес електронних ресурсів

SPI (Serial Peripheral Interface) – послідовний синхронний повнодуплексний стандарт передачі даних

BC (Embedded System) – вбудована система

МСТ – мікросистемна техніка

ТЗ – технічне завдання

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач

ПК – персональний комп'ютер

MST (Micro System Technology) – мікросистемні технології

SoC (System-on-a-Chip) – система на кристалі

ВСТУП

Одним з головних завдань під час розробки систем безпеки «розумного будинку» ставиться розташування та узгодження систем для забезпечення найбільш ефективного його захисту. Системи безпеки в рамках комплексу «розумного будинку» розглядаються як його невід'ємна частина, що не тільки ефективно виконує свої функції, а й має вплив на весь комплекс.

Основною метою розробки системи безпеки «розумного будинку» є покращення концепції «розумного будинку» при додаванні до неї однієї зі стандартних для сучасного світу систем. Важливою особливістю подібних систем є їх інтегрованість в загальний комплекс, що необхідно для більш ефективного функціонування всіх систем. Це дозволяє розширити функціонал комплексу, та, наприклад, в деяких випадках, глибоко інтегрувати охоронні системи в інші системи побутового призначення без зниження ефективності їх роботи. Таким чином зникає необхідність у встановленні великої кількості одноманітних датчиків для різних систем комплексу «розумного будинку», а охоронні системи отримують більшу кількість сенсорних систем по всій території будинку.

Системи безпеки «розумного будинку» мають у своєму складі велику кількість різноманітних підсистем сповіщення та датчиків. Датчики є основною частиною системи безпеки та мають дуже велику варіативність в залежності від їх функціоналу. Їх використання та розташування залежить від території на якій розміщується система, чи безпосередньо об'єкті охорони. Таким чином, наприклад, немає необхідності розміщувати контактний датчик на кожній двері якщо під охороною знаходиться одне приміщення без перешкод, яке зможе охопити один датчик руху. Системи сповіщення в свою чергу залежать не лише від об'єкту та території що охороняється, але й від кількості суб'єктів, які необхідно сповіщати та місця знаходження тих кого необхідно сповістити. Сучасні системи мають декілька

способів сповіщення одночасно, наприклад звуковим сигналом, та шляхом пересилання повідомлення до телефону власника об'єкту, що знаходиться під охороною системи.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи безпеки «розумного будинку». В якості об'єкту дослідження є підсистема безпеки розумного будинку». Предмет дослідження – модель системи безпеки «розумного будинку». Система розробляється для певного проекту будинку з декількома частинами.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Системи «розумного будинку» та їх можливості

В даний час швидко розвиваються концепції автоматизації різних систем, призначених для полегшення життя та праці людини. Потреба у подібних системах продовжує зростати як і потреба в них через поступове зростання складності запитів, та відповідно самих систем. Однією з подібних систем є система «розумного будинку».

Система «Розумний будинок» – це автоматизована система, що призначена для контролю та управління різними інженерними системами, такими як системи освітлення, опалення, вентиляції, водопостачання, безпеки. Функціонал систем «розумного будинку» встановлюється залежно від вимог, що ставляться при створенні системи та можуть включати в себе велике число функцій. Однак, зазвичай, дані системи обмежуються достатньо невеликим (до сотні) переліком функцій, обмежених рамками звичайних побутових дій на зразок ввімкнення/вимкнення світла.

«Розумний будинок» як концепція, на даному етапі розвитку, передбачає єдність систем у будівлі чи приміщенні, однак базовий розвиток концепції починався з більш примітивних комплексів. Такими комплексами вважаються декілька окремих систем, що діють у рамках одного будинку не взаємодіючи, або взаємодіючи між собою.

Смартфони у поєднанні з достатньо простими мовами програмування, широкими технічними можливостями та здатністю зв'язку із мережею інтернет дозволяють інтегрувати їх у систему як важливий елемент управління. Розвиток подібної інтеграції швидко перетворює смартфони з простої системи управління на більш складну інтегруючи в неї все більшу кількість елементів пов'язаних з контролем систем на найтоншому рівні,

підвищенням можливостей їх персоналізації, та вдосконаленням протоколів безпеки. Такий прогрес значно збільшує можливості та зручність систем «розумного будинку», та відповідно позитивно впливає на увагу до самої концепції і її розповсюдження.

У 2011 компанія Nest презентувала простий за будовою програмований термостат з можливістю контролювати температуру та витрат електроенергії. У 2012 була представлена система контролю домашнього освітлення під маркою Philips HUE. Система була основана на лампах з регульованою яскравістю світіння та мала радіоінтерфейс. А у 2014 році Amazon презентує Amazon Echo, «розумну колонку» – перший у світі подібний пристрій на голосовому керуванні. Колонка дозволяла програвати, перемикає та перемотувати треки за допомогою голосових команд, та мала інноваційну, для подібних пристроїв, функцію пошуку інформації в інтернеті. Пристрій мав вбудованого онлайн помічника, Alexa та міг контролювати системи «розумного будинку». (1)

Поява функції онлайн помічника значно розширила деякі сфери функціоналу «розумного будинку». В основному це стосувалось сфери голосового управління та взаємодії з онлайн середовищем. Так, значно розширився список можливих команд для контролю системи, а також можливість отримувати інформацію з мережі без взаємодії з візуальним інтерфейсом. Успіх концепції віртуального помічника дав поштовх до нового розвитку як концепції «розумного будинку», так й відкрив саму сферу інтелектуальних віртуальних помічників у яку швидко включились такі компанії як Google, Xiaomi та Apple.

Одним із важливих аспектів подальшого розвитку віртуальних помічників стала можливість ще більшого розширення функціоналу «розумного будинку». Це відбулось через можливість зняти навантаження з візуального інтерфейсу та перенести його на голосовий, та з'явилась можливість збільшити сумісність модулів з системою не збільшуючи програмний обсяг системи. Таким чином відбулось полегшення алгоритмів у

системі та збільшилась можливість додання нових елементів до неї без необхідності значної зміни архітектури або програмного наповнення комплексу систем «розумного будинку».

У свою чергу модульність системи – можливість обирати та комбінувати функції «розумного будинку» у рамках бажань замовника, значно зростає. З'явилась можливість більш детального підбору функцій не тільки для будинку в цілому, а й для кожного приміщення окремо. Така модульність і універсальність системи є однією з головних задач сучасних систем «розумного будинку», а розвиток різноманіття модулів та функцій однією з головних задач розробників подібних систем.

Деякі сучасні системи також починають використовувати предмети інтер'єру як частину системи. Це дозволяє ще більш точно та детально налаштувати систему «розумного будинку» під певного користувача додаючи індивідуальні та унікальні елементи та функції згідно з певними звичками та уподобаннями.

З розширенням та вдосконаленням функціоналу зростає подальша популярність систем «розумного будинку». На це впливає їх зручність, все більша розповсюдженість у світі, та підвищення доступності разом із зростанням загального світового технічного рівня.

Система «розумний будинок» дозволяє інтегрувати підсистеми різного призначення, забезпечуючи їх злагоджену роботу та високу функціональність всього комплексу. Також, іноді, підсистеми можуть бути пов'язані між собою чи інтегровані одна в одну для забезпечення виконання більш складних функцій чи оптимізації більш простих. Окрім різноманітних побутових приладів, систем освітлення та інших приладів призначених саме для виконання дій, на які орієнтовано функціонал «розумного будинку», надзвичайно велику роль відіграють різноманітні датчики, що призначені для відстеження оточення, дій людини та інших змін навколишнього середовища, що будуть активувати відповідні функції закладені у комплекс.

Однією з важливих підсистем у складі систем комплексу «розумного

будинку» є системи безпеки. Безпека – це стан у якому може перебувати складна система, при якому дія на неї внутрішніх та зовнішніх факторів не створює процеси, що можуть вважатися негативними для даної системи і завдяки своїм можливостям система безпеки «розумного будинку» може ефективно забезпечити безпеку у своїх рамках.

Головне завдання охоронної системи безпеки – це виявлення та своєчасна передача сигналу тривоги про спробу незаконного проникнення на об'єкт, що охороняється. Таким чином системи контролю, що призначені для роботи комплексу систем «розумного будинку» здатні забезпечити своєчасне виявлення проникнення та відповідну реакцію на цю подію. У свою чергу система може передати сигнал тривоги як охороні, так і господарю будинку.

Виконання завдання по забезпеченню безпеки можливе лише при правильному підборі обладнання та правильному встановленні системи безпеки. Наприклад, датчики руху встановлені на правильну позицію зможуть швидко виявити порушника, а проста контактна система на дверях повідомити про їх несанкціоноване відкриття відразу реагуючи на цю подію відповідно до заданого алгоритму.

Алгоритм реакції системи безпеки «розумного будинку» може включати у себе як миттєву передачу сигналу про порушника, так і надання деякого часу на деактивацію сигналізації. Однак останнє потрібно тільки у найпростіших системах «розумного будинку», бо більш розвинуті системи можуть розпізнати суб'єкта, що має допуск ще під час входу на територію будинку чи територію навколо нього, якщо вона присутня. У випадку наявності камер у рамках комплексу «розумного будинку» система безпеки може окрім відповідного сигналу про вторгнення передати й зображення з місця його фіксації дозволяючи людині вирішити як реагувати безпосередньо у кожному випадку.

Об'єднавши усе вище перелічене, можна виділити основні можливості систем безпеки «розумного будинку»:

- контроль безпеки периметру та імітація присутності жильців;

- автоматизація контролю доступу у будинок;
- спостереження за допомогою камер відеоспостереження за територією що знаходиться під охороною;
- отримання зображення з камер у реальному часі через інтернет;
- автоматичне освітлення території у разі проникнення;
- виклик служби охорони у разі проникнення на територію, що знаходиться під охороною;
- попередження надзвичайних ситуацій, що створюють загрозу безпеки будинку.

Сервіс Tinkercad Arduino широкі можливості редактора 3D-об'єктів та відкриває користувачу великий спектр можливостей у сфері побудови віртуальних симуляцій систем, їх програмування та подальшого удосконалення. Можливість написання коду та емуляції роботи системи проводиться відразу на сторінці з моделлю без необхідності відкривати додаткові вікна або використовувати інші прогари. Також сервіс підтримує можливість розкрити декілька різних проектів у різних вікнах і одночасно працювати з ними паралельно.

Сервіс однак обмежений у кількості компонентів і використовувати можливо лише достатньо великий за охопленням типів, проте не повний список існуючих компонентів. Важливо зазначити що з часом сервіс додає можливість емуляції усе більшого числа компонентів.

Написання коду для побудованих моделей мікроконтролерних систем можливо проводити у декількох режимах. По-перше, сервіс дозволяє написання коду власноруч з прив'язкою до актуальної схеми через вибрані під час її побудови найменування елементів. По-друге, сервіс надає можливість використовувати блочну систему, або «систему-конструктор», яка дозволяє користувачу використовувати вже існуючі блоки, що відповідають певним командам коду. Ця система дозволяє використовувати сервіс людям не знайомим, або слабко знайомим з програмуванням, а для вмілих користувачів дозволяє сильно економити час не витрачаючи його на

написання коду, а обмежуючись швидкими маніпуляціями наданими блоками.

Також сервіс підтримує навчання. Блочний режим написання коду можливо розгорнути, при цьому окрім блоків буде відображатись код, що створюється під час встановлення блоків, а сам сервіс окрім порожніх моделей має певні шаблони з деякими простими схемами на прикладі яких можливо розібратись у функціонуванні окремих компонентів та команд коду. До цього додається можливість переглядати проекти інших користувачів сервісу що викладають свої роботи у вільний доступ. (2)

1.2 Огляд систем безпеки «розумного будинку»

Виникнення поняття безпеки можна пов'язати ще з виникненням перших живих організмів для яких це поняття значило можливість вижити. Поняття безпеки особистої, пов'язаної з загрозою, що несе в собі інша людина, з'явилося одночасно з першими людьми. Одночасно з цим почався процес пошуку способів захисту та виникнення перших систем безпеки.

Основною причиною припинення значного розвитку сфери систем сигналізації стала комбінація двох важливих факторів – технологічного рівня та навколишнього середовища. Низький рівень технологічного розвитку не дозволяв створювати системи, що були достатньо непомітними у рамках більш урбанізованого, по стандартах того часу, навколишнього середовища.

Охоронна сигналізація – це сукупність технічних засобів для виявлення проникнення, або спроби проникнення, та подачі сигналів оповіщення та сповіщення. Для визначення факту проникнення використовуються різноманітні датчики різних принципів дії, які встановлюються на об'єкті, що охороняється, в залежності від умов та місця, де вони будуть розташовані. Цей етап розвитку у значній мірі вирішив проблему помітності систем детектування у рамках навколишнього середовища дозволивши використовувати системи у межах певних будівель та приміщень, а згодом й

на виділених відкритих просторах не зважаючи на присутність там факторів, які раніше могли спровокувати хибне спрацювання системи, таких як можлива поява тварин або несприятливі погодні умови. (3)

У свою чергу, тривожні сигнали від засобів виявлення необхідно передавати до певних приміщень, де знаходиться служба охорони, органів правопорядку, або безпосередньо до власника об'єкту що охороняється. В залежності від об'єкту також відрізняється тип сигналу, що буде передано, та інформація, що буде у ньому міститися. У більшості випадків системи безпеки встановлюються на об'єкти, на яких немає необхідності точно сповіщати про місце проникнення. Достатньо просто позначити факт проникнення чи спроби та передати сигнал у відповідне місце, організацію чи певній особі.

В деяких випадках, натомість необхідно з достатньою точністю вказувати місце проникнення порушника. Для цього необхідні більш досконалі технічні засоби, які можуть оперативно здійснювати збирання, передачу, обробку, відображення, документування та передачу інформації. Такі технічні засоби повинні забезпечувати виведення сигналів від засобів виявлення у формі, доступній для сприйняття людиною. Прикладом таких систем є мережа датчиків руху, що розподілені по різних приміщеннях об'єкту, що охороняється, та передають на сервер інформацію, що потім виводиться на екран монітора та вказує у якому приміщенні зафіксовано рух, та, можливо, у яких він фіксувався. Така система здатна надати охороні достатню інформацію для швидкого виявлення причини спрацювання системи тривоги, та, у випадку необхідності або наявності того, затримання порушника (рис.1.1).

До списку складних систем також входять системи безпеки, що мають у своєму складі такі системи як камери та пристрої звукозапису. Камери, частіше за все, використовуються не повністю у системах, за якими потрібен безпосередній догляд людини, частіше за все, охоронця. Однак майже завжди такі системи мають підключення до комп'ютеру чи серверу, на якому

зберігаються записані камерами дані, які дозволять пізніше визначити порушника.

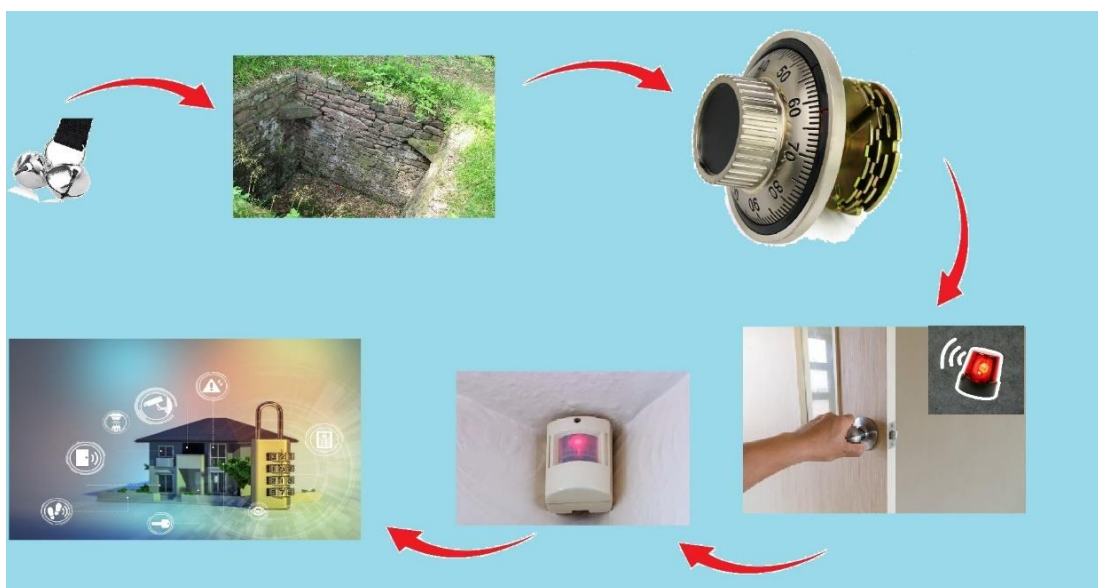


Рисунок 1.1 – Еволюція систем охорони

У деяких випадках камери не ведуть запис постійно, а активуються тільки у разі спрацювання іншої сенсорної системи, як, наприклад, датчик руху чи магнітний сенсор на дверях. Такі камери можуть як вести запис деякий час після активації, і зробити декілька кадрів, однак в обох випадках інформація про спрацювання системи надходить до охорони чи власника об'єкту, що знаходиться під охороною та разом з нею починає передаватись зображення у реальному часі або відправляються декілька кадрів, на яких може бути зафіксована причина спрацювання системи.

Менш часто використовуються системи звукозапису. Зазвичай, вони використовуються як і камери у зв'язці з іншою системою детектування і дозволяють записувати звук того, що відбувається у приміщенні. Це дає змогу, у випадку проникнення, відшукати зловмисника за записом його голосу.

На даний час розвиток систем безпеки триває і перейшов на новий етап – системи безпеки «розумного будинку». «Розумний будинок», як відносно

нова концепція, що повноцінно сформувалась у першій половині та середині двадцятого століття та з'явилась у примітивному, однак повноцінному вигляді у шести десятих роках двадцятого століття. Це була некомерційна система створена як прототип та перша спроба автоматизації систем будинку. Тільки у вісімдесятих роках минулого століття, з винайденням та поширенням мікроконтролерів було вперше використано термін «розумний будинок» як сукупність минулих концепцій автоматизації побутових процесів у будинку. Однак у загальному доступі подібні системи з'явилися лише наприкінці дев'яностих років минулого століття. (4)

Новий виток розвитку «розумного будинку» дала поява перших смартфонів та їх інтеграція в системи «розумного будинку». Це значно збільшило можливий функціонал та зручність подібних систем та підвищило їх доступність для широких мас. З часом і розвитком технологій системи «розумного будинку» продовжують вдосконалюватись та отримувати все більшу кількість функцій (рис.1.2).

Розвиток концепції «розумного будинку» майже відразу включив у себе концепцію систем безпеки. Спочатку окремі від основного побутового комплексу системи швидко інтегрувалися в нього через можливість використання одного і того ж датчика для роботи декількох систем. (5)



Рисунок 1.2 – Різноманіття сучасних систем безпеки

Збільшення різноманіття датчиків також дозволило значно збільшити

можливості інтегрованих систем безпеки. Таким чином система голосового керування функціями будинку здатна реагувати на сторонні звуки якщо система переведена в режим охорони. Датчики руху призначенні для контролю освітлення здатні активувати систему безпеки у разі виявлення руху у своєму радіусі дії.

В залежності від датчиків буде відрізнятися й чутливість системи безпеки, а також її надійність.

У багатьох випадках немає необхідності у використанні усіх сенсорних систем комплексу «розумного будинку» у системі безпеці. Зазвичай використовуються тільки декілька датчиків розташованих у місцях у яких найбільш ймовірне порушення безпеки або у місцях, що неможливо уникнути.

Датчик руху – це сигналізатор, призначений для фіксації переміщення об'єктів. Зазвичай він використовується з метою контролю за своїм оточенням або запуску певних дій у випадку фіксації переміщення об'єктів.

(6)

Датчик руху може бути механічним, або електронним. У свою чергу метод виявлення руху може дуже сильно відрізнятися у різних датчиків. Однак основний принцип роботи залишається однаковим і полягає у вимірюванні тим чи іншим чином параметрів навколишнього середовища які можуть нести інформацію про переміщення об'єктів у зоні дії (рис.1.3).

Перший детектор руху, пристрій, однією з підкатегорій якого є датчик руху, був винайдений в другій половині XIX століття німецьким науковцем Генріхом Герцем, відомим своїми дослідженнями електромагнітних хвиль. Детектор був заснований на радіохвилях та згодом став прообразом радара. Далі, принцип дії детектору переносився на основу інших фізичних явищ таких як звукові коливання та теплові коливання. Безпосередньо перший приклад використання датчику руху у сигналізації відбувся у 50х роках XX століття. Система була розроблена та створена створена Самуелем Баньо, та засновувалась на принципі ехолоту. Датчик створював нечутні для

людського вуха ультразвукові коливання, а потім уловлюючи їх відбиття.



Рисунок 1.3 – Принцип дії ультразвукового датчику руху

Сучасні датчики руху зазвичай використовують принцип акустичного або оптичного розпізнавання. Інші варіації датчиків використовуються набагато менш часто у побутових сферах та, частіше застосовуються у складних, специфічних випадках коли потрібен набагато вищий за стандартний рівень детектування, або у випадках коли використання перших двох методів неможливо через умови навколишнього середовища.

Датчики руху широко розповсюджені у системах «розумного будинку» через свою універсальність. Вони можуть використовуватись для ввімкнення та вимкнення світла, автоматичного відкриття дверей, активації інших пристроїв у приміщенні. Однак у той самий час ці датчики здатні слугувати у якості системи детектування проникнення у будинок. Така інтегрована система безпеки зазвичай не потребує інших датчиків окрім вже встановлених задля забезпечення працездатності звичайних побутових систем комплексу «розумного будинку».

Звичайний перемикач також може стати частиною системи безпеки «розумного будинку». Окрім побутових функцій він зможе сповістити про порушника у разі якщо перемикач був задіяний після активації системи безпеки.

Перемикач – дуже розповсюджений елемент у будь яких технічних пристроях та системах. Зазвичай, це дуже простий та надійний пристрій заснований на принципі розмикання електричного кола, що забезпечує його високу надійність, та велике поширення.

Також можуть бути задіяні контактні датчики. По-перше, це можуть бути датчики на дверях, що як і датчики руху, можуть бути задіяні для ввімкнення/вимкнення світла у приміщенні при відкритті та закритті дверей. По-друге, наприклад, датчики автоматичної системи закриття та відкриття вікон, які у звичайному стані повідомляють системі, що вікно закрито та потрібно припинити роботу механізму, що забезпечує його закриття. У свою чергу, при активній системі безпеки ці датчики повідомлять про спробу відкрити вікно, таким чином сповідаючи про ймовірну спробу проникнення. Список прикладів використання таких датчиків обмежено лише кількістю можливих застосувань контактного датчика у системах «розумного будинку».

Контактні датчики мають досить просту будову. Вони складаються з двох частин, контактної пари, що змикається та розмикається при переміщенні контрольованого тіла, з'єданого з рухомим контактом.

У якості контактного тіла, у контакті може використовуватись невелика кількість ртуті у герметичній капсулі. Ртуть розмикає або замикає контакти при повороті ампули. Іноді використовується більш проста система заснована на двох відкритих контактах, що змикаються та розмикаються при переміщенні тіл до яких вони приєднанні спрацьовуючи від наявності або відсутності струсу з однієї частини пари на іншій. Однак такий варіант системи є не дуже надійним через можливу реакцію датчиків на статичну електрику або перекриття контактів сторонніми предметами.

Окрім прикладів інтегрованих у інші системи датчики можливо використати й більш незвичайні системи як-то: інфрачервоні датчики, що можуть визначати проходження об'єкта повз них; датчики тиску, що спрацьовують при натисканні на них; датчики нахилу, що здатні фіксувати зміну нахилу поверхні подаючи відповідний сигнал; датчики лазерного випромінювання та інші.

Системи безпеки складаються з декількох елементів (рис. 1.4). Для квартир – це, зазвичай, датчик руху розташований у коридорі перед дверима та контактний датчик того чи іншого типу, або безконтактний датчик відкриття/закриття, що відповідає за відстеження стану вхідних дверей. Іноді до цих систем додається тривожна кнопка, що дозволяє повідомити охорону про небезпечну ситуацію навіть у разі знаходження власника оселі вдома.

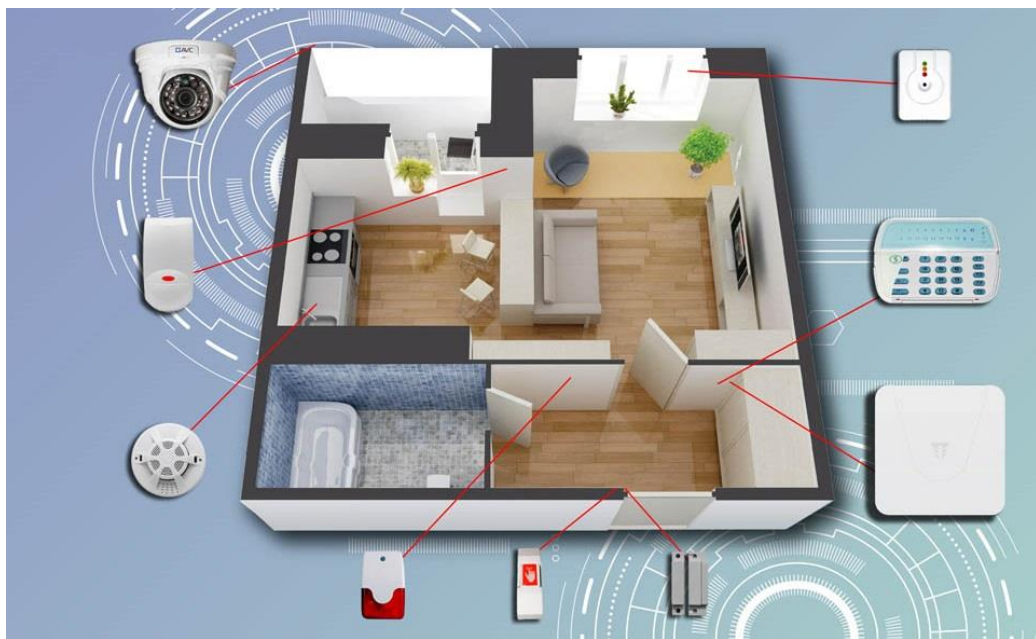


Рисунок 1.4 – Приклад комплексної системи сигналізації

В «розумному домі» роль тривожної кнопки може відігравати будь який елемент управління. Навіть, при наявності системи розпізнавання голосу у комплексі систем, ключова фраза, яка не викликає реакції порушника та зможе віддати системі команду викликати охорону.

Більш інтегровані системи безпеки зазвичай використовують датчики руху, що застосовуються для переключення приладів освітлення та контактних датчиків на дверях та вікнах. Такі системи не виключають застосування окремих датчиків у системі безпеки та є значно більш ефективними, особливо, у приватних помешканнях до яких значно легше потрапити не через двері які знаходяться під спостереженням першої системи. Однак, разом з підвищенням рівня безпеки зростає складність та, відповідно, шанс виникнення несправності.

Більш складною версією є системи аналізу зображень та звуку. Системи аналізу зображень схожі за принципом дії на датчики руху та фіксують різкі зміни зображення за допомогою камери. Ще більш просунуті версії здатні розпізнавати на зображенні саме людський силует незалежно від його положення та відповідно реагувати на це.

Система безпеки заснована на аналізі звуку є достатньо ненадійною та занадто ускладненою для використання з сучасним рівнем технологічного розвитку. Причиною цього є певний рівень шумового забруднення який існує майже усюди. Ще одним фактором є можлива реакція системи на потужні звуки ззовні об'єкту охорони, такі як грім. У свою чергу обмеження системи тільки реакцією на людську мову не є ефективним.

Активація системи безпеки «розумного будинку» може проводитись паралельно із блокуванням побутових систем. Наприклад, коли власник залишає будівлю та активує систему безпеки усі інші пристрої «розумного будинку» блокуються та починає працювати безпосередньо та частина програмного забезпечення системи «розумного будинку», що відповідає за функції детектування проникнення. За ввімкнення/вимкнення такої системи відповідає звичайний кодовий замок, навіть у рамках системи «розумного будинку» через простоту такого способу захисту та доведену десятиліттями використання подібних систем надійність й ефективність.

Більш складними інтегрованими системами є передатчик, пов'язаний з подібним у автомобілі або у брелку, що буде віддавати керуючому пристрою

у системі розумного будинку команду на зміну режиму роботи. Однак у такій системі є значні недоліки. Наприклад втрата передатчика призведе до неможливості швидко деактивувати систему безпеки. Тому системи такого типу завжди дублюються та доповнюються іншими системами.

Також можливий варіант системи з контролем через мобільний телефон. Цей варіант включає в себе усі інші варіанти, та може виконувати роль пульта керування «розумним будинком», однак він також має мінуси характерні для тих самих систем з передатчиком, таких як можливість його власника загубити пристрій, чи вирогідність викрадення. Це частково нівелюється можливістю встановлення захисту та системи стеження на смартфон, однак не вирішує проблему повністю. Існує велика кількість небезпечного програмного забезпечення, що зможе надати змогу отримати доступ до пристрою у разі недбалості власника, а у разі необхідності злам навіть добре захищеного пристрою не є нездоланною задачею.

Для контролю над подібними ситуаціями сучасні системи «розумного будинку» мають підключення до комп'ютеру, серверу чи спеціального сервісу, що дозволяє у разі необхідності заблокувати той чи інший шлях доступу до системи. Це гарантує більший рівень безпеки, створює можливість зберігання даних з камер та інших систем безпеки з функцією запису, та надає ще один шлях доступу до системи.

1.3 Постановка завдання

Метою кваліфікаційної роботи є розробка мікроконтролерної системи безпеки «розумного будинку» на основі мікроконтролеру Arduino Uno, датчиків руху та магнітно-контактних датчиків для реалізації функції керування системою.

Об'єктом дослідження є мікроконтролерні системи безпеки «розумного будинку».

Поставлена мета визначила наступні завдання кваліфікаційної роботи:

- аналіз систем безпеки «розумного будинку» та можливостей, які вони забезпечують;
- аналіз мікроконтролерних платформ для систем безпеки «розумного будинку»;
- аналіз та вибір мікроконтролеру і компонентів, що входять складовими до системи безпеки;
- вибір компонентів для розроблюваної системи безпеки;
- розробка структурної та функціональної схеми системи безпеки;
- вибір мови програмування та середовища розробки;
- розробка програмного забезпечення системи;
- тестування розробленої системи безпеки «розумного будинку»

2 ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС

2.1 Мікроконтролерні платформи для систем безпеки «розумного будинку»

Усі можливості систем безпеки можуть бути реалізовані за допомогою мікроконтролерних систем що швидко набирають темпи розвитку у наш час. Це пов'язано зі стрімким збільшенням ролі електронних пристроїв у житті та побуті людини, а також з усе більшим поступовим ускладненням цих пристроїв.

Не меншим фактором є принциповий акцент сучасних розробок на мініатюризацію та максимальну компактність електронних систем приладів без втрати їх ефективності та продуктивності. Мікроконтролери, які, у свою чергу, представляють собою однокристальні мікрокомп'ютери, виконані у вигляді мікросхеми, є дуже компактними і одночасно функціональними пристроями.

Один мікроконтролер здатен забезпечити функціонування декількох пристроїв в одній системі та їх ефективну взаємодію, що є необхідною складовою високоякісних систем безпеки розумного будинку які можуть глибоко інтегруватись у інші підсистеми комплексу «розумного будинку».

Мікроконтролерні системи «розумного будинку» – як системи пристроїв, що об'єднанні в єдиний комплекс з метою забезпечення максимального комфорту та безпеки людини дуже сильно залежать від ефективності та функціональності мікроконтролерів. (7)

Існує велика кількість мікроконтролерів, що здатні забезпечувати функціонування таких систем, у повному обсязі, забезпечуючи їх працездатність. До таких мікроконтролерів можна віднести, наприклад, NodeMCU, Arduino UNO, MSP430, STM32VL-Discovery, що є функціональними мікроконтролерами здатними забезпечити роботу систем

такого типу.

Одним з найбільш розповсюджених на даний час сімейств мікроконтролерів є сімейство мікроконтролерів Arduino. Вони знаходять широке застосування в системах безпеки «розумного будинку».

Група мікроконтролерів об'єднані стандартним конструктивом та програмною оболонкою, що дозволяє легко інтегрувати в систему нові елементи не ускладнюючи систему необхідністю переходу від одного програмного середовища до іншого.

На фізичному рівні реалізації у свою чергу зникає необхідність ускладнення системи необхідністю забезпечити роботу компонентів різної архітектури які у іншому випадку необхідно підібрати сумісними, чи забезпечити цю сумісність штучно, що може призвести до подальших проблем у функціонуванні системи після її завершення.

Мікроконтролери сімейства Arduino вирізняє їх простота у програмуванні, створенні систем певного призначення та встановлення великої кількості сумісних пристроїв та низькі енергозатрати. Це дозволяє швидко створити цільну систему з великою кількістю елементів та, в разі необхідності, використати декілька пов'язаних мікроконтролерів, кожен з яких буде мати певну власну спеціалізацію розширюючи таким чином можливий обсяг функцій системи та її загальні можливості.

Теоретично розширення такої системи обмежено лише енерговитратами та часом, необхідним на розробку, фізичну реалізацію та програмування системи, однак практично – системи потребують одного, максимум трьох, мікроконтролерів для забезпечення необхідних функцій.

Також необхідно зазначити особливості програмування мікроконтролерів сімейства Arduino. Спеціально для цього сімейства, була створена спеціальна програмна середа Arduino IDE. Вона була написана на мові Java, на основі проекту Processing, яка використовує мову Arduino C на основі мови C++.

Таким чином мова програмування Arduino вимагає деякий час на

вивчення деяких певних особливостей мови, однак у той в результаті дозволяє значно полегшити роботу з мікроконтролерами сімейства Arduino після цього. Така особливість ефективно доповнює стандартизований конструктив даного сімейства мікроконтролерів та компонентів спеціально створених або модифікованих для сумісності з мікроконтролерами Arduino.

(8)

Таким чином сімейство мікроконтролерів Arduino залишається популярним та широко використовується попри свою відносну простоту.

Завершення розробки та випуск мікроконтролеру Arduino відбулися у 2005 році. Ця подія вплинула на розвиток систем «розумного будинку» через високу доступність та простоту у використанні мікроконтролеру, що дозволило розширити коло користувачів, що могли собі дозволити встановлення системи «розумного будинку».

2.2 Вибір мікроконтролера для проекту

Для реалізації системи безпеки «розумного будинку» було обрано плату з сімейства Arduino.

Обрано Arduino Uno у модифікації Arduino Uno Rev3, як найбільш раціональний варіант для побудови системи безпеки (рис 2.1).

Пристрій використовують у багатьох областях, найпопулярніші з них: система "розумний дім", робототехніка, охоронні системи, квадрокоптер, міні метеостанції та багато інших.

У порівнянні з іншими розповсюдженими платами сімейства Arduino, Arduino Uno є більш збалансованою. Arduino Uno має більший обсяг пам'яті у обсязі 32 Кб в порівнянні з Arduino Nano яка має обсяг пам'яті рівний 16 Кб, що необхідно для систем безпеки, які часто складаються з великої кількості компонентів, однак має більші розміри: 6.9 см довжини, та 5.3 см ширини у порівнянні з 4.2 см довжини, та 1.85 см ширини у Arduino Nano.

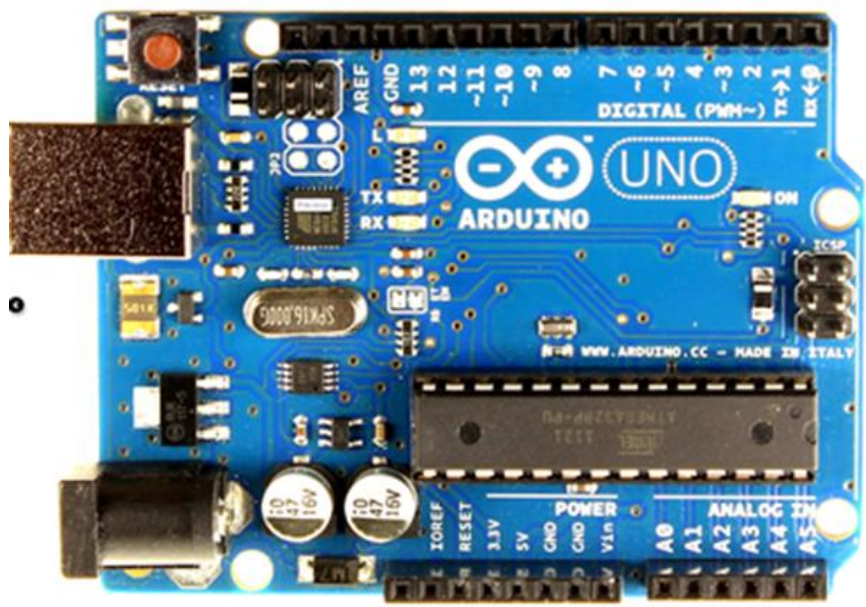


Рисунок 2.1 – Плата Arduino UNO Rev3

У той самий час плата Arduino Uno має менші розміри ніж інші розповсюджені плати Arduino Mega, її більш нова версія Arduino Mega 2560 та її модифікація із підтримкою USB-інтерфейсу Arduino Mega ADK, що мають довжину у 10.2 см, та ширину у 5.3 см, більшу кількість ввідів/виводів, та значно більший обсяг пам'яті у 128 Кб.

Однак зазвичай такий розмір та потужності є зайвими та використовуються тільки у великих системах зі значною кількістю компонентів.

Схема плати Arduino Uno Rev3 приведено на рис. 2.2.

Об'єм SRAM-пам'яті (кБ)	2	8
Об'єм EEPROM-пам'яті (кБ)	1	4

2.3 Опис компонентів системи безпеки «розумного будинку»

Для системи безпеки «розумного будинку» окрім мікроконтролера Arduino Uno Rev3 використано ряд сенсорних підсистем, а саме датчики руху та магнітно-контактні датчики.

Компоненти призначаються для забезпечення однієї з двох функцій основного функціоналу системи безпеки «розумного будинку», а саме фіксацію спроби незаконного проникнення на об'єкт, що охороняється. В результаті система, окрім мікропроцесору, складатиметься з компонентів, що розглянуто нижче.

Шилди, чи макетні плати. У рамках кваліфікаційної роботи використано Arduino Shields – спеціальну технологію, деталь, що дозволяє збільшити кількість доступних входів та виходів плати, пристрою чи іншого елементу системи. Шилди є інструментом, що дозволяє збільшити можливості кожної плати Arduino у декілька разів.

У рамках даного проекту буде використано одну звичайну, малу макетну плату для більш простого підключення деяких елементів системи;

Резистори. В системі безпеки відіграють роль елемента, призначеного для підвищення її загальної надійності. Вони обмежують напругу, що може подаватися на світлодіоди та інші елементи системи зменшуючи шанси їх ушкодження.

В розробленій системі безпеки обрано DIP резистори з постійним опором, номінал яких можна визначити за забарвленням ліній на корпусі та самого корпусу (рис 2.3).

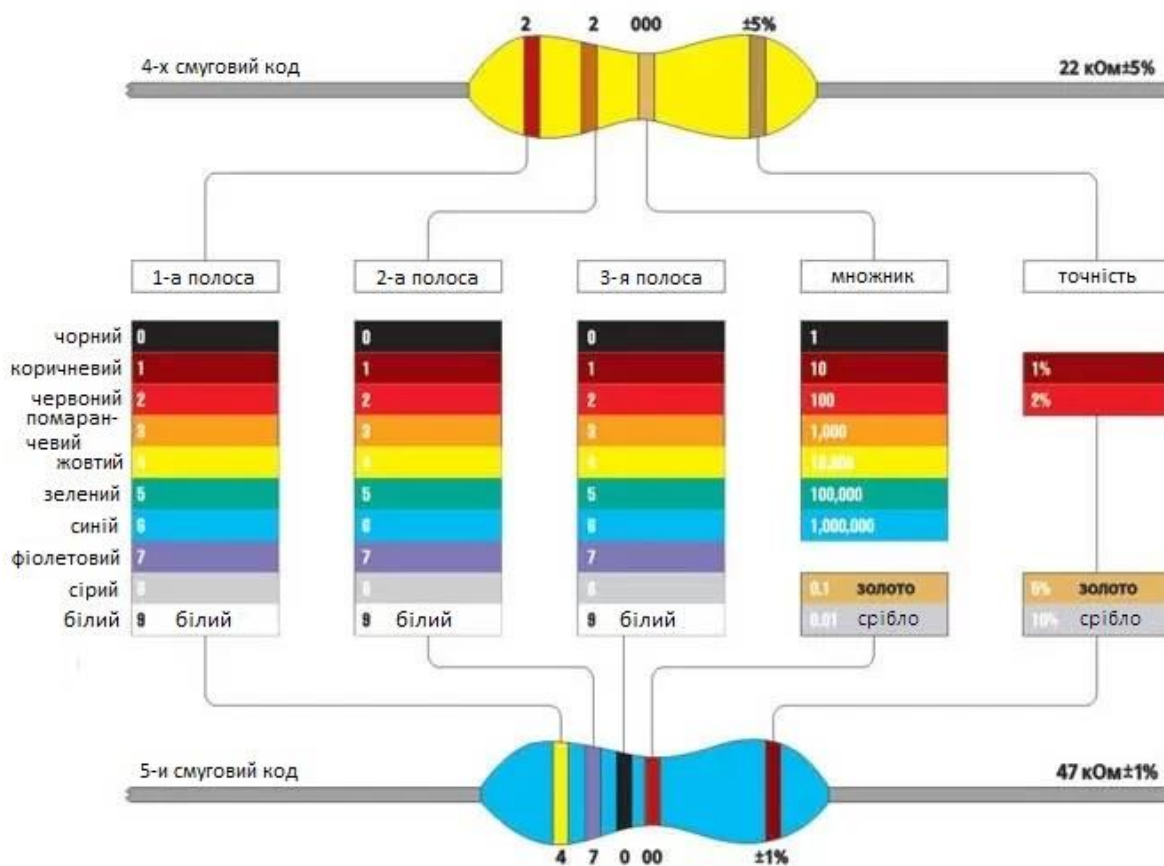


Рисунок 2.3 – Резистор DIP та таблиця його забарвлення

Датчики руху HC-SR501 (рис. 2.4). Датчик представляє собою інфрачервоний датчик руху для Arduino та інших мікроконтролерів. Він дозволяє виявляти рух людини або домашньої тварини на відстані до 7 метрів, має можливість регулювання.



Рисунок 2.4 – Датчики руху HC-SR501

Датчик має два входи живлення (+5 В і 0В) і один цифровий вихід, за яким можна знімати дані. Якщо перешкод немає - на ньому буде високий рівень (3.3В), якщо є перешкоди - низький (0В).

Магнітно-контактний датчик МС-38 (рис.2.5). Даний датчик використовується для сигналізування відкриття дверей, вікон.



Рисунок 2.5 – Магнітно-контактний датчик МС-38

Датчик складається з двох елементів: безпосередньо датчика і магніту в пластикових корпусах, вони мають однакову форму.

В середині датчика знаходиться геркон з нормально-розімкнутими контактами. При закритих дверях, коли магніт перебуває близько до датчика, контакти датчика замкнені і розмикаються при відкритті дверей.

Мембранна клавіатура 4x4. Використовується для переключення системи «розумного будинку» із звичайного режиму на режим активації системи безпеки (рис. 2.6).

Для функціонування клавіатури необхідна бібліотека Keypad Arduino. Ця бібліотека необхідна для використання з будь якою клавіатурою матричного типу. Бібліотека створена для створення рівня абстракції для аваратного забезпечення.



Рисунок 2.6 – Мембранна клавіатура 4x4

Вона полегшує написання та спрощує читання коду скриваючи від користувача виклики функцій у останніх версіях `pinMode` та `digitalRead`.

Починаючи від версії 3.0 бібліотека була переписана та модифікована для підтримки множинних натискань без необхідності написання додаткового коду. При цьому бібліотека не втрила своїх базових функцій та залишилась повністю сумісною з кодом написаним для минулих версій.

Рідкокристалічний дисплей LCD 1602 (рис. 2.7). Має 16 стовпців у 2 ряди місць для виведення символів.



Рисунок 2.7 – Рідкокристалічний дисплей LCD 1602

Модуль використовується для виводу даних з клавіатури та призначений для полегшення вводу коду для зміни режиму роботи системи.

Для більш зручного підключення рідкокристалічного дисплею можна використовувати бібліотеку LiquidCrystal.h. Єдине що необхідно бути зробити після підключення бібліотеки, це змінити автоматично додані входи для підключення на ті що використовуються у проекті як в лістингу 2.1.

Лістинг 2.1 – Заміна автоматично встановлених бібліотекою входів на використані у проекті.

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); //автоматично задані  
входи
```

```
LiquidCrystal lcd(4, 5, 10, 11, 12, 13); //входи використані  
у проекті
```

Потенціометр DFRobot Rotation Sensor V2 – пристрій призначений для регулювання напруги у електричному ланцюгу (рис. 2.8). Він працює як змінний резистор, що при провертанні змінює свій супротив регулюючи напругу.



Рисунок 2.8 – Аналоговий Потенціометр DFRobot Rotation Sensor V2

У рамках проекту цей пристрій використовується як регулятор яскравості рідкокристалічного дисплею.

Реалізація системи проводилась на веб-емуляторі, що призначений для симуляції фізичної частини систем на основі Arduino та надає можливість їх програмування. Використано сервіс Tinkercad Arduino з метою максимально точного відображення роботи системи в реальному часі.

2.4 Опис системи безпеки «розумного будинку»

Система безпеки що розробляється у рамках кваліфікаційної роботи має декілька головних особливостей.

Система «розумного будинку» має два різні режими роботи.

У першому режимі вона виконує базові функції «розумного будинку» призначенні для полегшення виконання повсякденних дій.

В системі реалізовано ввімкнення світла при відкритті входних дверей завдяки магнітно-контактному датчику, та ввімкнення освітлення у коридорі при знаходженні там власника за допомогою датчика руху.

У другому режимі активується система безпеки «розумного будинку» призначення для виявлення проникнення. У цьому режимі датчики призначені для ввімкнення освітлення будуть замість цього активізувати систему сповіщення про проникнення.

Структурну схему системи безпеки «розумного будинку» наведено на рис. 2.9.

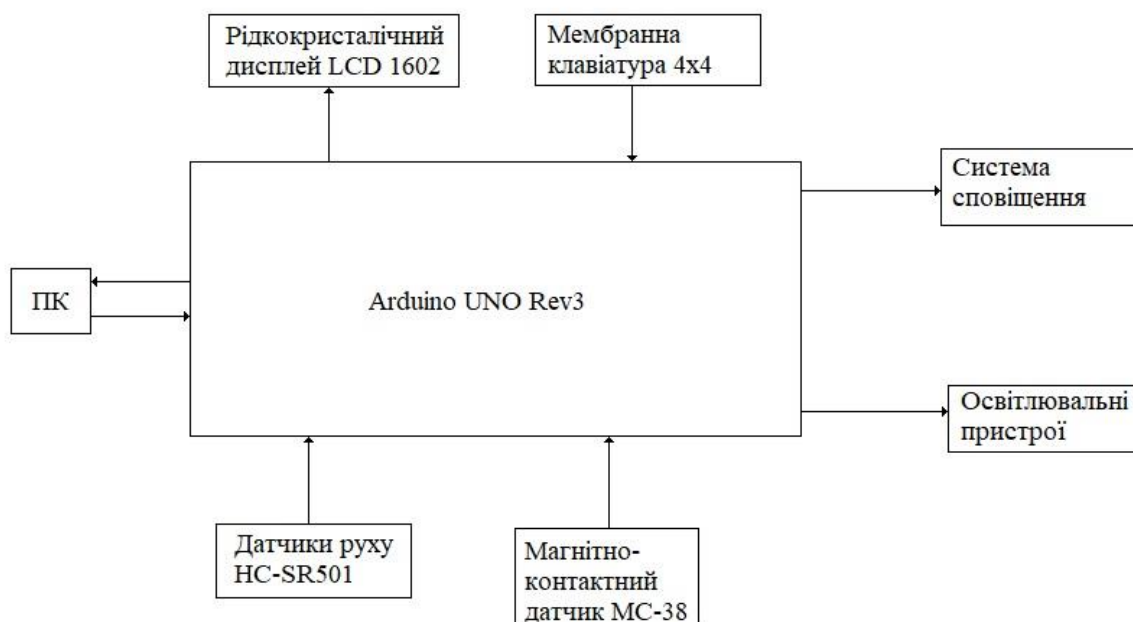


Рисунок 2.9 – Структурна схема системи «розумного будинку»

Плата Arduino Uno Rev3 має бути підключена до живлення, та, бажано, до комп'ютера задля відстеження її стану.

До плати, через цифрові порти 13-8 підключено рідкокристалічний дисплей LCD 1602. Він призначений для виводу даних про стан системи та відображення коду що вводиться за допомогою клавіатури.

Мембранна клавіатура 4x4 підключена через цифрові порти 7-0. Клавіатура необхідна для вводу коду до системи, для зміни режиму її роботи. При введенні вірного паролю система змінює режим із звичайного на режим безпеки, а у випадку введення невірного паролю передається сигнал на систему тривоги.

Датчик руху HC-SR501 та магнітно-контактний датчик МС-38 відповідають за реакцію системи на певні дії у будинку та передають відповідні сигнали до системи. У побутовому режимі датчик руху передає сигнал активації системи освітлення при появі у зоні своєї дії об'єкта що рухається. У режимі безпеки датчик передає сигнал на активацію сигнальної системи. Магнітно-контактний датчик встановлюється на входні двері та

активує освітлення при їх відкритті у побутовому режимі. У разі відкриття дверей у режимі безпеки передається сигнал активації системи тривоги.

Система освітлення може бути встановлена в залежності від необхідності, приміщення та бажання власника.

У разі необхідності система освітлення може бути модифікована, або обладнана додатковими активаторами не підключеними безпосередньо до системи, або підключеними до неї для забезпечення більш стабільної роботи.

Система сповіщення повинна встановлюватись відповідно до потреб у конкретному випадку. Це може бути звукова «сирена» або передатчик сигналу тривоги до власника будинку, чи охоронця.

2.5 Реалізація та тестування пристрою

Система безпеки «розумного будинку» побудована на базі віртуального сервісу Tinkercad Arduino.

У сервісі відсутні деякі необхідні для побудови системи компоненти, тому вони були замінені іншими з аналогічними функціями та вихідними даними.

Датчик руху замінено кнопкою, контактний датчик замінено повзунковим перемикачем.

Кінцевий вигляд моделі системи приведено на рисунку 2.10.

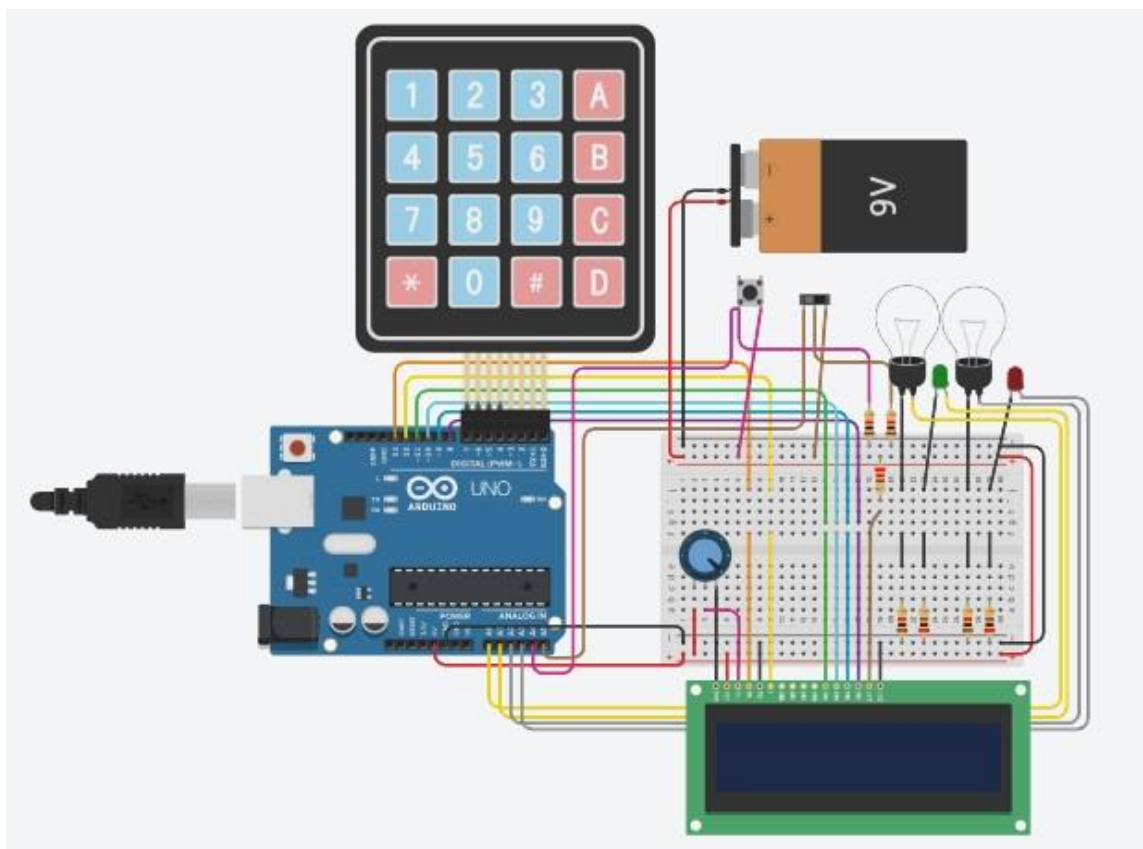


Рисунок 2.10 – Модель системи безпеки «розумного будинку» у сервісі Tinkercad Arduino

В ході побудови моделі системи безпеки розумного будинку були замінені аналогами з мінімально можливими програмними відмінностями. Через відсутність у симуляторі сервісу Tinkercad Arduino датчиків руху, та контактних датчиків перший були замінений кнопкою, а другий повзунковим перемикачем. Дані що надходять до системи мають мінімальну, не різницю що не впливає на працездатність системи.

Батарея на 9В у схемі зображує зовнішнє джерело живлення та відіграє лише демонстраційну роль.

У ході написання програми було використано 2 бібліотеки. Підключення необхідних бібліотек зазначено нижче:

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

```
#define NUM_KEYS 4
```

У лістингу відображено реалізація основного циклу програми. Тут проводиться виклик усіх необхідних для роботи системи бібліотек. Вони відповідають за спрощення підключення клавіатури та підключення бібліотеки необхідної для більш простого підключення рідкокристалічного дисплею до системи. Також створюється макрос, що знадобиться у подальшій роботі коректної роботи системи аналізу коду, що вводиться на клавіатурі. (9)

Задання значень та кількості клавiш мембранної клавіатури 4x4 наведено в лістингу 2.1.

Лістинг 2.1 – Задання значень та кількості клавiш мембранної клавіатури 4x4

```
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {
    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
    {'#','0','*','D'}
};
byte rowPins[ROWS] = {7, 6, 5, 4};
byte colPins[COLS] = {3, 2, 1, 0};
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins,
ROWS, COLS );
```

У фрагменті коду проводиться задання значень кожної клавiши підключеної до системи мембранної клавіатури, а також задання кількості самих клавiш.

Кількість клавiш задається у перших двох строках позначенням

кількості рядків та стовбців клавiш. У цьому випадку, це клавіатура 4x4 з 16 клавiшами. Наступні п'ять строк коду описують безпосередньо значення кожної клавiши відповідно до її положення у попередньо заданих стовпцях та строках. Далі, у двох строках, задаються входи завдяки яким проводиться підключення клавіатури до плати. Наступна строка коду необхідна для створення клавіатури як програмного об'єкту для подальшого використання. Він використовує функцію `makeKeypad()` бібліотеки `Keypad`, застосовуючи попередньо визначений масив клавiш.

Перша строка лістингу 2.2 задає входи, що будуть використані для підключення рідкокристалічного дисплею до системи. Наступна строка задає змінну яка буде зберігати клавiшу що була натиснута на клавіатурі.

Третя строка необхідна для задання масиву символів, що зберігає вірний пароль для зміни стану системи.

Далі задається масив у якому будуть зберігатись дані про вже введені за допомогою клавіатури символи. Далі вводяться дві змінні для підрахування кількості натискань (`k`) та кількості символів, що співпадають з вірним значенням (`s`).

Лістинг 2.2 – Задання входів використаних для підключення рідкокристалічного дисплею та задання змінних

```
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);

char key;
char myarray[NUM_KEYS]={'1','2','3','4'};
char button_pressed[NUM_KEYS];
int k=0;
int s=0;
```

Лістинг 2.3 включає в себе функцію `setup`. У третій строці задається кількість строк та рядків для рідкокристалічного екрану, що буде необхідно

надалі для коректного відображення символів на ньому.

У наступних строках задаються аналогові входи та виходи. У даному випадку входи будуть працювати як цифрові. Необхідно позначити порти як входи (2) та виходи (4) відповідно до їх призначення надалі.

Лістинг 2.3 – Задання параметрів екрану та аналогових входів

```
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(A0, OUTPUT);
  pinMode(A1, OUTPUT);
  pinMode(A2, OUTPUT);
  pinMode(A3, OUTPUT);
  pinMode(A4, INPUT);
  pinMode(A5, INPUT);
}
```

У лістингу 2.4 приведена перша частина функції loop. Перша строка коду встановлює курсор, що буде набирати текст на другу позицію у першому рядку екрану. Це обов'язковий елемент для початку виводу символів на екран, бо за відсутності цього параметру система просто не зможе почати вивід символів не маючи стартової позиції.

Далі, у наступному рядку, саме проводиться вивід тексту на екран.

Наступна частина коду призначена для задання взаємодії між освітлювальними пристроями розумного будинку та сенсорними системами. При подачі сигналу на вхідний порт від сенсору реагує відповідна частина освітлювальної системи.

При отриманні сигналу з порту A4 (детектор руху) сигнал подається до порту A0 (лампа), а при отриманні сигналу від порту A5 (контактний датчик) сигнал подається на порт A1. Цей процес відображено на строках від 5 по 16.

Остання строка у лістингу відповідає за затримку. Це необхідно для

того, щоб працюючий після отримання сигналу освітлювальний пристрій припинив свою роботу у разі переривання сигналу.

Лістинг 2.4 – Керування екраном та лампами

```
void loop()
{
  lcd.setCursor(1, 0);
  lcd.print("Sistem On");

  if (analogRead(A4) > 0) {
    digitalWrite(A0, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(A0, LOW);
  }
  if (analogRead(A5) > 0) {
    digitalWrite(A2, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(A2, LOW);
  }
  delay(10);
}
```

Призначення першої строки лістингу 2.5 полягає у забезпеченні можливості зчитування даних з клавіатури. Ці дані необхідні для подальшої роботи системи. Наступна строка використовує ці дані для подальших дій у рамках наступної операції. Третя строка надає змінній k значення відповідно для кількості натискань на кнопки клавіатури, а наступна дозволяє зміну значення змінної відповідно до даних минулої строки.

П'ята строка встановлює курсор на рідкокристалічному екрані зміщуючи його на одне значення по строці після кожної зміни значення змінної k, а шоста строка відповідна саме за вивід на екран символів, що були

введені за допомогою клавіатури.

Наступна частина відповідає за перевірку правильності введення символів з клавіатури. Це відбувається шляхом перевірки та порівняння змінних та даних, що були введені та змінені у минулих строках.

У сьомій строці відбувається порівняння кількості введених символів з вірною кількістю символів. Якщо дані співпадають, то проводиться перевірка вже вірності введених даних. Ця перевірка відбувається шляхом збільшення значення змінної *s*, що виступає у ролі лічильника.

Остання строка лістингу відповідає за порівняння кінцевого значення, після введення чотирьох символів.

Лістинг 2.5 – Зчитування даних з клавіатури та їх аналіз

```
key = keypad.getKey();

if (key) {
  button_pressed[k] = key;
  k = k+1;
  lcd.setCursor(3+k, 1);
  lcd.print(key);
  if(k == NUM_KEYS) {
    for(uint8_t i = 0; i<NUM_KEYS; i++){
      if(button_pressed[i] == myarray[i]){
        s = s+1;
      }
    }
  }
  if(s == NUM_KEYS) {
```

Далі, як відображено у лістингу 2.6, проходить задання реакції на введення вірного коду.

Перша строка очищує екран від вже введених раніше символів, а друга встановлює курсор на стартову позицію. Далі гаситься освітлення, у випадку,

якщо воно не було вимкнено на момент зміни режиму системи. Потім на екран виводиться нове повідомлення ("System Off").

Наступні рядки відповідають за контроль системи безпеки.

У разі надходження сигналу від одного з датчиків реагує світлодіод, що відзначає активацію сигнальної системи.

Лістинг 2.6 – Реакція системи на вірне введення коду.

```
lcd.clear();  
lcd.setCursor(1, 0);  
digitalWrite(A0, LOW);  
digitalWrite(A2, LOW);  
lcd.print("System Off");  
    if (analogRead(A4) > 0) {  
digitalWrite(A1, HIGH);  
    }  
else {  
digitalWrite(A1, LOW);  
    }  
if (analogRead(A5) > 0) {  
digitalWrite(A3, HIGH);  
    }  
else {  
digitalWrite(A3, LOW);  
    }  
delay(10000);  
digitalWrite(A1, LOW);  
digitalWrite(A3, LOW);  
lcd.clear();  
    k=0;  
    s=0;  
}
```

Після деактивації системи відбувається виключення світлодіодів, якщо

вони були активні, та очистка екрану. Також проводиться очищення змінних та приведення їх значень до нуля. Це необхідно для подальшої роботи системи, і забезпечення можливості повторного вводу коду без необхідності повного перезапуску системи.

У протилежному випадку, при неправильному введенні коду система реагує іншим чином, що показано у лістингу 2.7. Початковий алгоритм співпадає з діями системи при введенні вірних даних.

Система очищує екран та переміщує курсор на стартову позицію. Однак, після цього виводиться вже інше повідомлення ("Wrong code"). Потім, курсор переміщується на наступну строку того ж стовбця та відображає ще одне повідомлення ("Alarm!"). Також активуються обидва світлодіоди відображаючи спрацювання тривоги. Після цього система знов переходить в початковий режим.

Лістинг 2.7 – Реакція системи на введення невірної паролю.

```

else{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(1, 0);
    lcd.print("Wrong code");
    lcd.setCursor(1, 1);
    lcd.print("Alarm!");
    digitalWrite(A1, HIGH);
    digitalWrite(A3, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(A1, LOW);
    digitalWrite(A3, LOW);
    lcd.clear();
    k=0;
    s=0;
. }
}
}

```

}

3 РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ

3.1 Експериментальне дослідження працездатності системи

Систему безпеки «розумного будинку» було протестовано з використанням сервісу Tinkercad Arduino. На рис. 3.1 проілюстровано запуснену та вдало працюючу систему безпеки «розумного будинку» у побутовому режимі. Після підключення система повинна виводити на екран повідомлення «Sistem On», що сповіщає користувача про активність системи у режимі «розумного будинку».

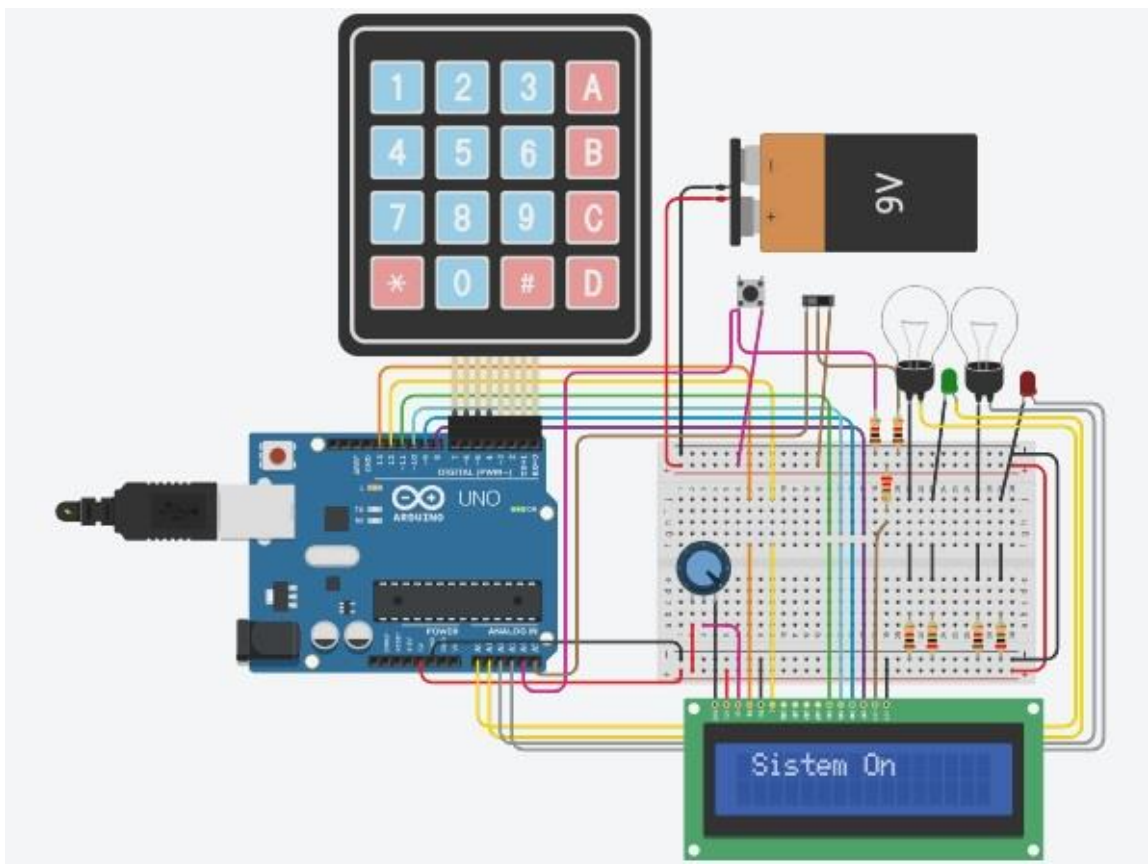


Рисунок 3.1 – Система безпеки «розумного будинку» у побутовому режимі на емуляторі сервісу Tinkercad Arduino

На рис. 3.2 наведено приклад перевірки працездатності клавіатури, та коректного виводу символів на дисплей. Клавіатура передає сигнал, щодо символу що необхідно вивести на дисплей. Це необхідно для полегшення введення вірного коду.

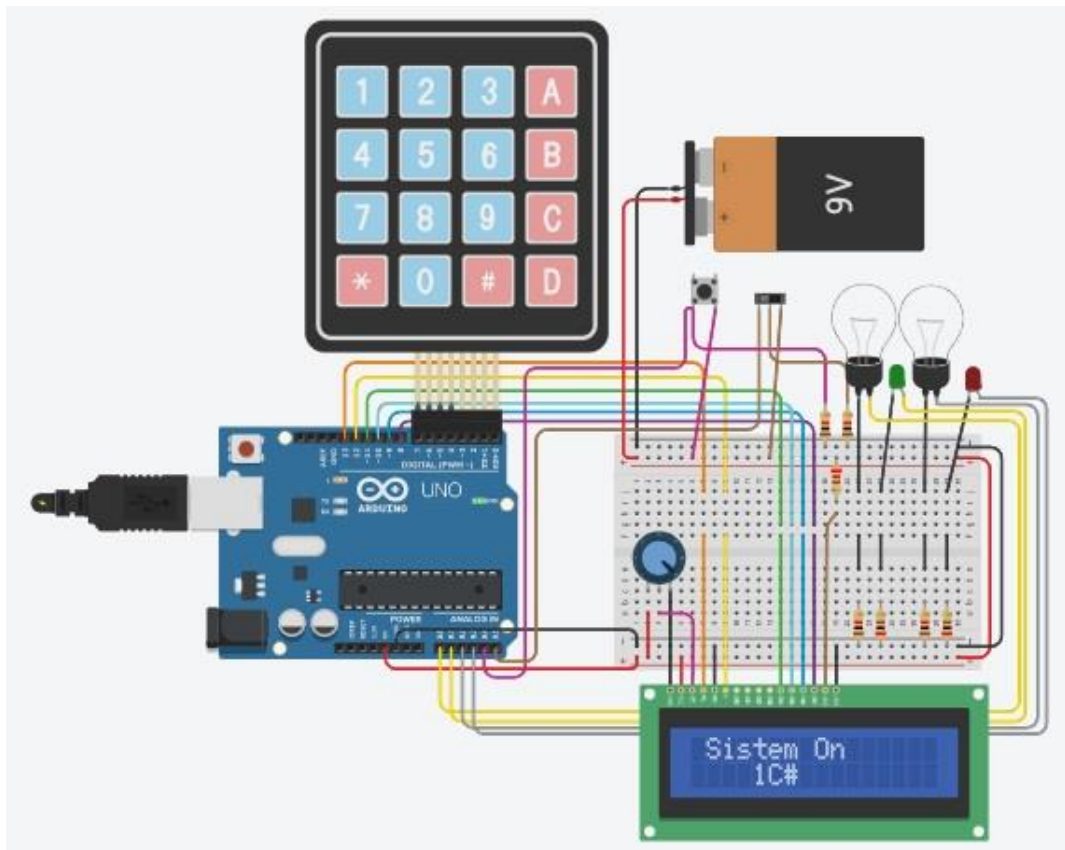


Рисунок 3.2 – Перевірка працездатності клавіатури, та коректного виводу символів

Перевірка роботи системи освітлення у побутовому режимі при активації через кнопку (замінює датчик руху) приведено на рис. 3.3. При отриманні сигналу від кнопки система активує перший освітлювальний пристрій (відображено лампою). До натискання кнопки сигнал не передається, що інтерпретується системою як отримання значення 0, тому система не активує освітлювальний пристрій. При натисканні на аналоговий

порт налаштований на прийом сигналу надходить значення 1023, стандартне максимальне для аналогового порту. Будь яке значення більше 0 викликає реакцію системи що відразу активує освітлювальний пристрій 1.

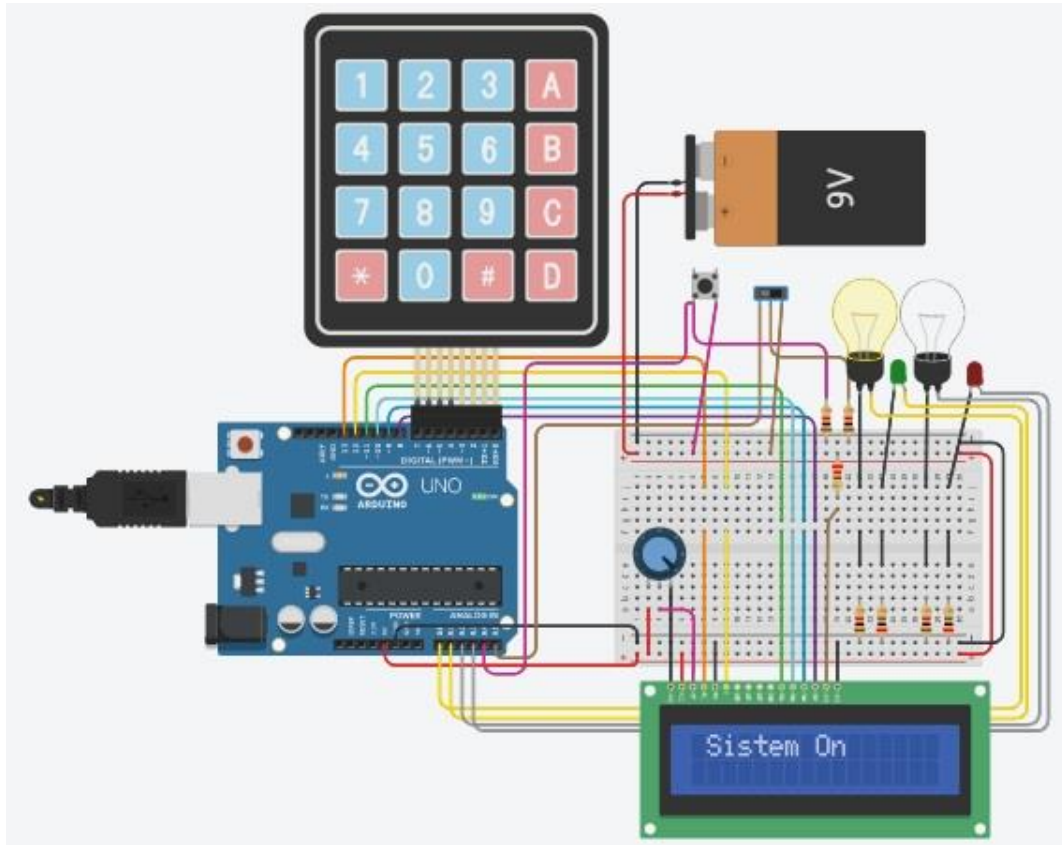


Рисунок 3.3 – Перевірка роботи системи освітлення у побутовому режимі (1)

Перевірка роботи системи освітлення у побутовому режимі при активації через повзунковий перемикач (замінює контактний датчик) приведено на рис. 3.4. Принцип дії даного процесу, що було перевірено в ході даного випробування не відрізняється від попередньої перевірки за своєю механікою. Відмінністю є те, що контактний датчик який замінює повзунковий перемикач має тільки два положення, коли двері закриті та коли відкриті. При його переведені в активне положення система отримає значення 1023, відмінне від нуля. Тоді буде проведена активація другого освітлювального пристрою, незалежного від першого.

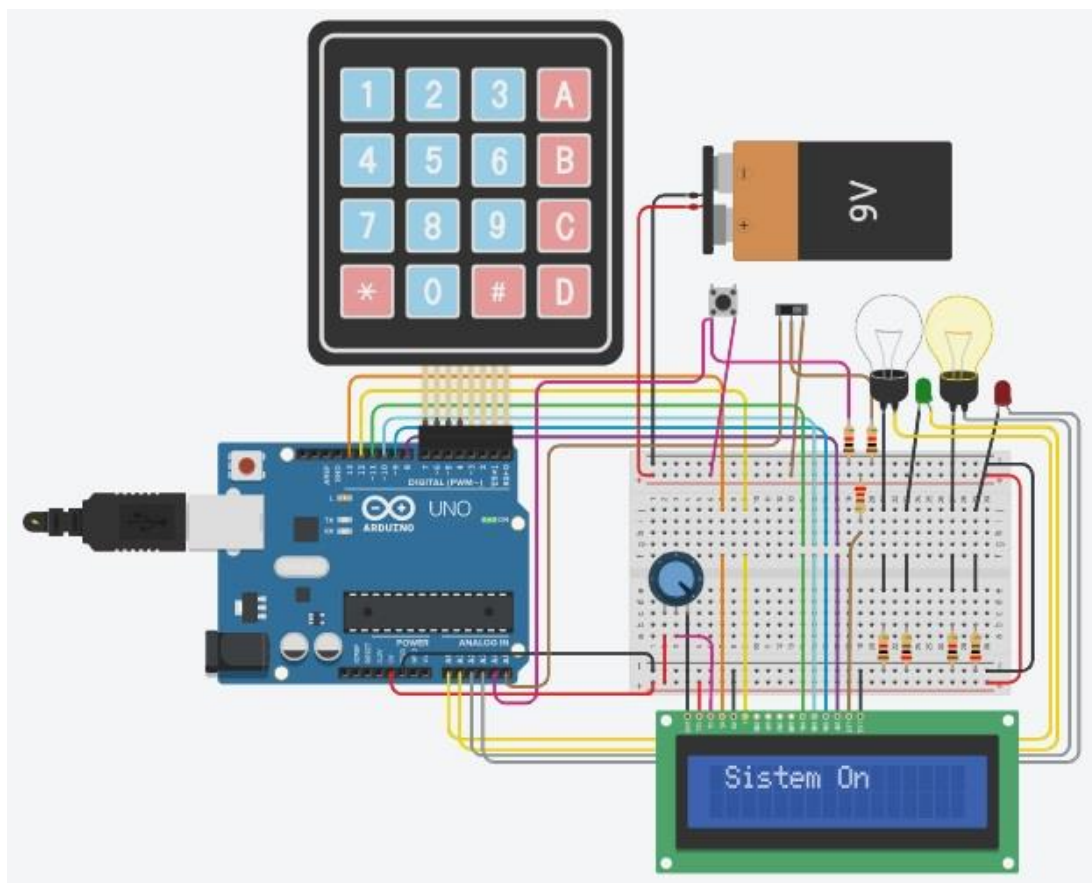


Рисунок 3.4 – Перевірка роботи системи освітлення у побутовому режимі (2)

Перевірка роботи системи освітлення у побутовому режимі при активації через кнопку та повзунковий перемикач приведено на рис. 3.5. У ході цієї перевірки розглядалась можливість системи реагувати на два одночасно подані сигнали з різних датчиків та відповідно відреагувати на них. При отриманні сигналу від перемикачів система активувала пристрої освітлення так само як і в інших випадках.

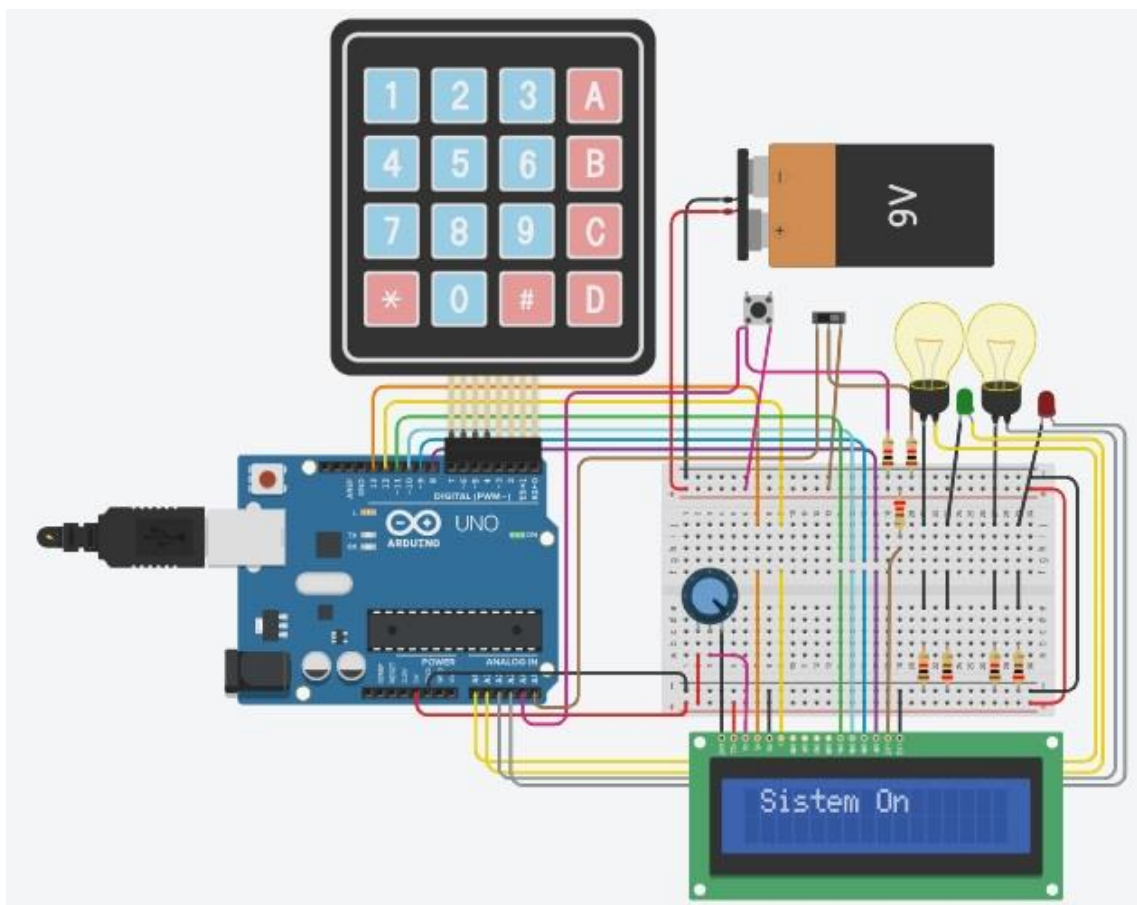


Рисунок 3.5 – Перевірка роботи системи освітлення у побутовому режимі (3)

Перевірку коректного виводу повідомлення про невірне введення коду та спрацювання тривоги (діоди), приведено на рис 3.6.

При введенні не вірного коду система виводить на монітор текст «Wrong code» у першому рядку, та «Alarm!» у другому. Це необхідно про сповіщення користувача про невірне введення коду та активацію тривоги. Також активуються діоди, що відображають безпосередньо спрацювання тривоги.

Перевірка правильності введення коду проводиться тільки після введення усіх 4 символів та виводу їх на рідкокристалічний дисплей.

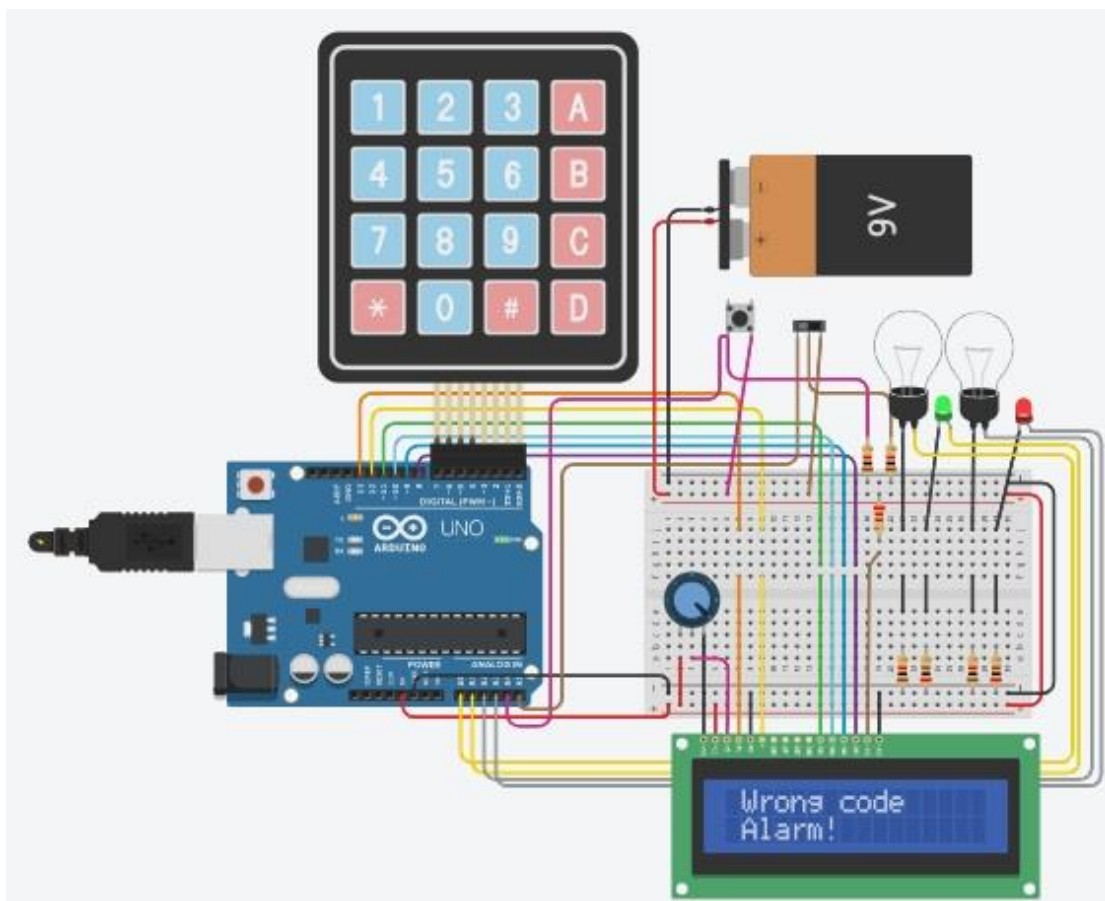


Рисунок 3.6 – Перевірка виводу повідомлення про невірне введення коду та спрацювання тривоги (діоди)

Спрацювання системи охорони при активації через кнопку (замінює датчик руху) приведено на рисунку 3.7.

Коли система переведена у режим охорони, сигнал, що поступає з кнопки також аналізується системою, однак далі система віддає команду на активацію системи тривоги замість пристрою освітлення.

Це сигналізує про її спрацювання та виявлення порушення датчиком руху (замінено кнопкою) у одному з приміщень.

Спрацювання системи відображено активацією жовтого світлодіоду.

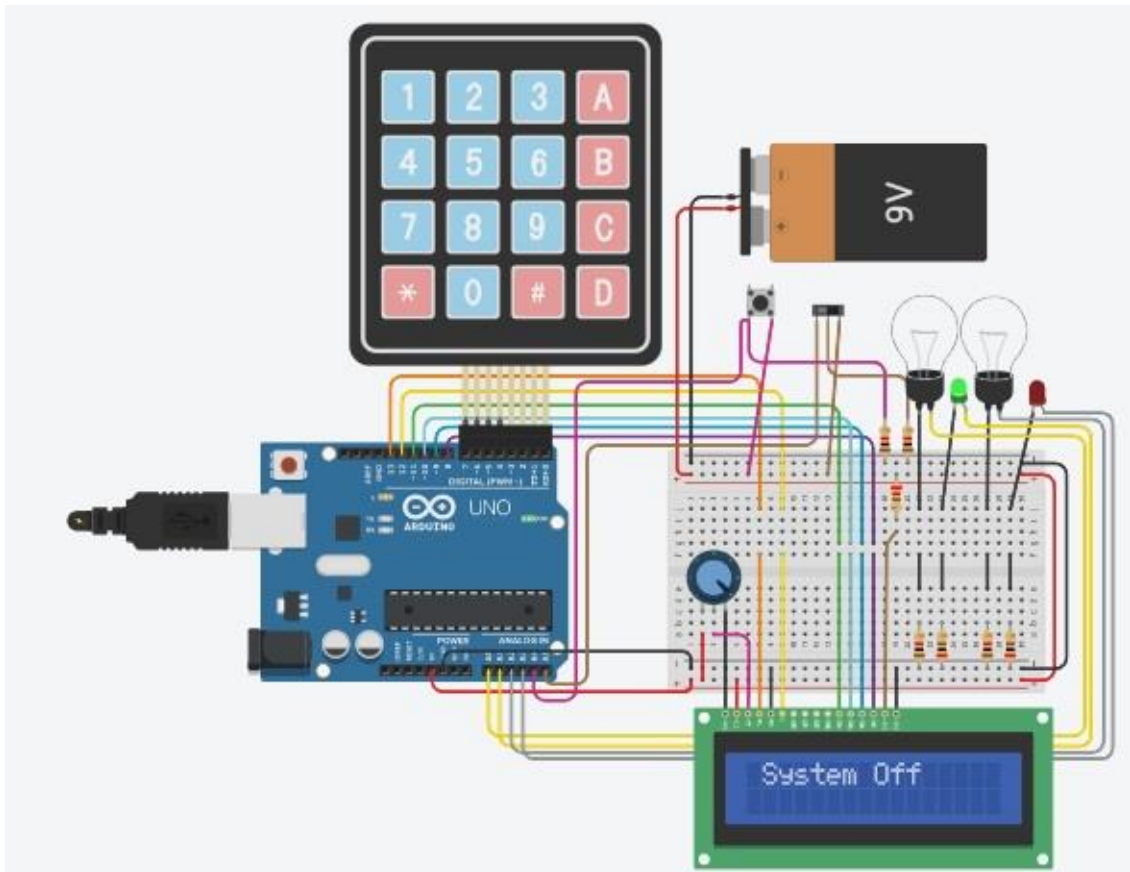


Рисунок 3.7 – Перевірка системи у режимі охорони 1

Спрацювання системи охорони при активації через перемикач (замінює контактний датчик) приводиться на рисунку 3.8.

У даному випадку система реагує на сигнал від датчику, що сигналізує про відкриття дверей у будинок.

Замість активації пристроїв освітлення система передає сигнал на систему тривоги повідомляючи про порушення.

Спрацювання системи відображено активацією червоного світлодіоду.

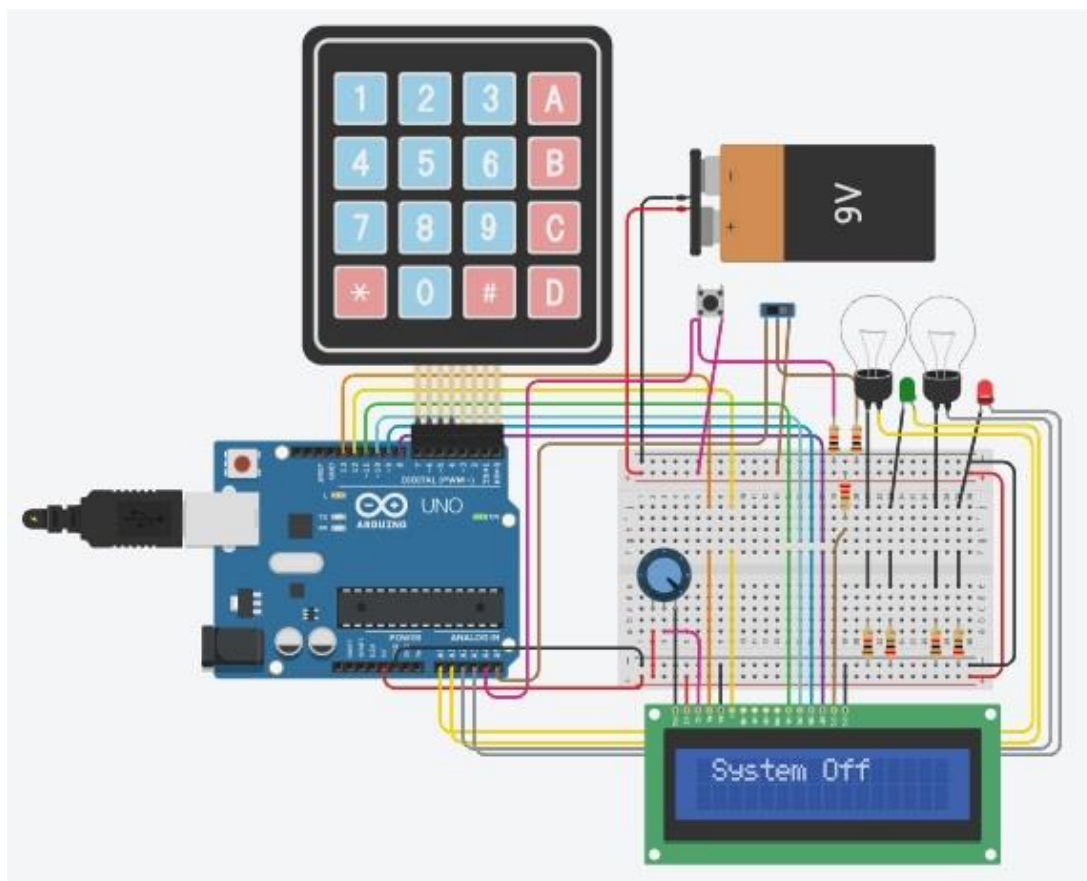


Рисунок 3.8 – Перевірка системи у режимі охорони 2

На рис 3.9 приведено спрацювання системи охорони через обидва датчики.

Перевірка системи у режимі охорони при спрацюванні необхідна для огляду реакції системи на отримання сигналу з двох датчиків одночасно.

Кількість діодів не відіграє роль у системі та демонструє лише коректність реакції системи на отримання сигналу від певного датчика.

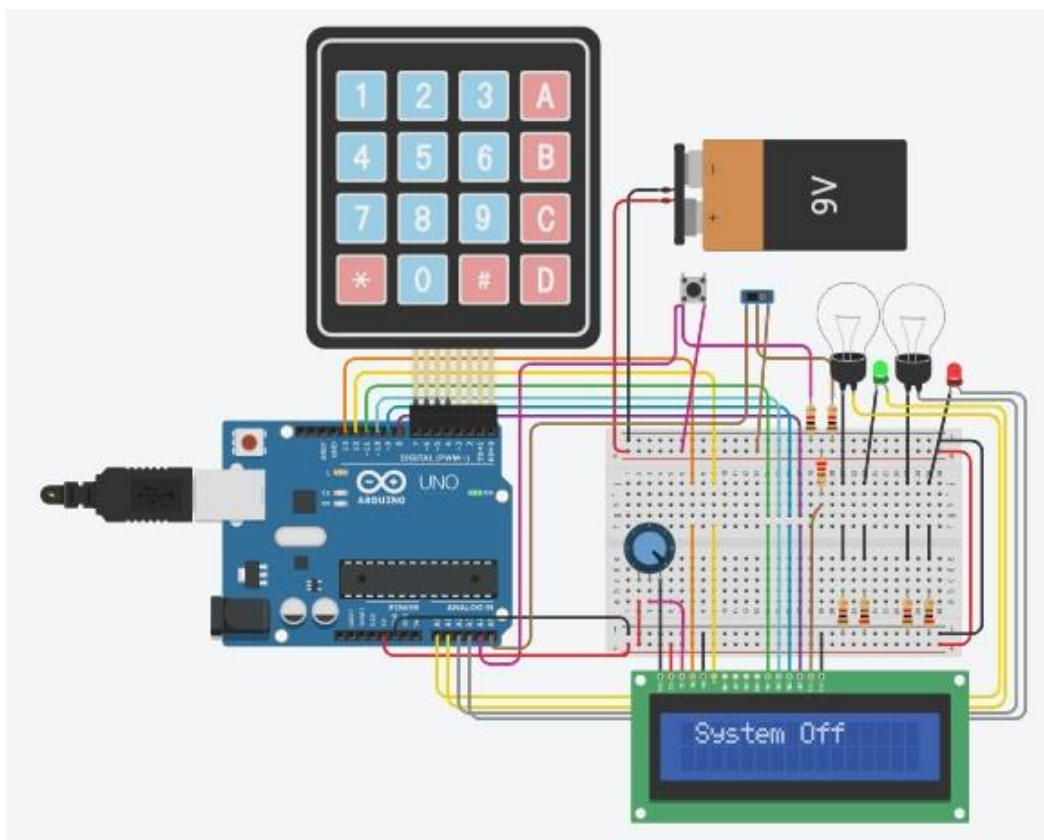


Рисунок 3.9 – Перевірка системи у режимі охорони при спрацюванні

3.2 Аналіз результатів моделювання

В результаті моделювання, було визначено, що усі системи працюють та реагують на задані дії згідно із визначеними функціями.

Система правильно реагує на зовнішній вплив на датчики та змінює свій стан без перебоїв.

Властивості системи не відрізняються від запланованих. Система освітлення не залишається ввімкненою після переключення системи в режим охорони, а сигнальна частина вимикається зі зворотною зміною режиму. Відсутній конфлікт при отриманні сигналу одночасно з двох датчиків, або некоректна реакція системи на подібну ситуацію.

Система має великий простір для зміни архітектури та функцій без сильних змін у базовій моделі.

Таким чином може бути проведена заміна датчиків на інші із

мінімальним впливом на її функціонування у рамках програми.

Також, можливе налаштування чутливості для датчиків, що передають різний рівень сигналу в залежності від впливу на них.

ВИСНОВКИ

Сьогодні системи безпеки «розумного будинку» є дуже поширеними та різноманітними. Їх рівень інтеграції з іншими системами комплексу може досягати досить високого рівня, не шкодячи їх функціям. Розвиток та вдосконалення сенсорних систем детектування значно збільшує різноманіття систем безпеки підвищуючи їх модульність та збільшуючи кількість ситуацій у яких можливе їх використання. Різноманітність систем у свою чергу забезпечує велику варіативність методів виявлення проникнення у будинок, та різноманіття способів повідомлення. Це забезпечує постійну актуальність роботи в сфері вдосконалення та розвитку систем безпеки «розумного будинку».

Під час виконання кваліфікаційної роботи були розглянуті системи безпеки, їх розвиток, сучасні тенденції. Розглянуті датчики що використовуються у системах безпеки комплексу «розумного будинку». Були визначені системи безпеки, що найбільш часто використовуються та їх функціонал.

Розглянуто та проаналізовано особливості систем безпеки «розумного будинку» з різним рівнем інтеграції, відзначено їх основні переваги та недоліки.

Проаналізовано мікроконтролерні платформи, здійснено вибір мікроконтролеру та компонентів розробленої системи безпеки. Для реалізації проекту була обрана платформа Arduino, та безпосередньо мікроконтролер Arduino Uno R-3, що найбільше підходить для виконання поставлених під час розробки задач.

Побудовано систему безпеки «розумного будинку», інтегровану з датчиками інших систем, та визначені функції системи у її рамках. Розроблено структурну схему системи безпеки розумного будинку. Було

обрано мову програмування Arduino C та середовище розробки, онлайн сервіс Tinkercad. Розроблено програмне забезпечення системи. Досліджено моделювання розробленої системи безпеки «розумного будинку» в різних режимах роботи.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Arduino [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino>
2. Tinkercad [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://www.tinkercad.com/>
3. Системи безпеки [Електронний ресурс]. Режим доступу <http://bk.com.ua/index.php?page=14&cid=121>
4. Домашня автоматизация [Електронний ресурс]. Режим доступу https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F%D1%8F_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F
5. Мунтян Е.Р., Скачко О.П. О возможностях реализации подсистем управления Smarthouse. / Е.Р. Мунтян, О.П. Скачко // Политематический сетевой электронный научный журнал КГАУ №169. – 2017. – С. 72-79.
6. Види датчиків руху [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://oxorona.com/motion-sensor-types/>
7. Крамчанинов С.С., Черкесова Л.В. Разработка системы автоматизации загородного дома и ведения домашнего хозяйства (Умный загородный дом) / С.С. Крамчанинов, Л.В. Черкесова // Молодой исследователь Дона.– №6. – 2017. – С. 57-62.
8. Arduino Playground [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://playground.arduino.cc/>
9. Forum Arduino [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://forum.arduino.cc/>
10. Мельничук Р.А., Ларченко Л.В. Системи безпеки розумного будинку. / Р.А. Мельничук, Л.В. Ларченко // СХІІІ Міжнародна інтернет-конференція «Розвиток науки та техніки під час воєнного стану». – м. Херсон, 28 листопада, 2022.– С. 156-158.

