

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ Ігор ШЕЛЕХОВ

_____ червня 2023р. _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 122 – Комп'ютерних наук

освітньо-професійної програми “Інформатика”

на тему: “Апаратно-програмний комплекс керування мікрокліматом розумного будинку”

здобувача групи ІН-94-1 Гонора Іллі Сергійовича

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

Ілля ГОНОР

Науковий керівник,

кандидат фізико-математичних наук,

старший викладач кафедри

комп'ютерних наук

Дмитро ВЕЛИКОДНИЙ _____

Суми - 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

«Затверджую»

В.о. завідувача кафедри

_____ Ігор ШЕЛЕХОВ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 122 - Комп'ютерних наук, освітньо-професійної програми

«Інформатика»

здобувача групи ІН-94-1 Гонора Іллі Сергійовича

1. Тема роботи: «Апаратно-програмний комплекс керування мікрокліматом розумного будинку»

затверджую наказом по СумДУ від _____

2. Термін здачі здобувачем кваліфікаційної роботи до 09 червня 2023 року

3. Вхідні дані до кваліфікаційної роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1) система керування «Розумним будинком»; 2) постановка завдання для розробки; 3) розробка апаратно-програмного комплексу керування мікроклімату розумного будинку; 4) Тестування екосистеми «розумного будинку».

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

6. Консультанти до проекту (роботи), із значенням розділів проекту, що стосується їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «_____» _____ 20____ р.

Завдання прийняв до виконання _____ Керівник _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1	Система керування «Розумним будинком»		
2	Постановка завдання для розробки		
3	Розробка апаратно-програмного комплексу керування мікроклімату розумного будинку.		
4	Тестування екосистеми «розумного будинку»		

Здобувач вищої освіти _____

Керівник _____

АНОТАЦІЯ

Записка: с. 54, рис. 51, додаток 1, джерел 15.

Обґрунтування актуальності теми роботи – тема кваліфікаційної роботи є актуальною, так як присвячена створенню апаратно-програмного комплексу керування мікрокліматом розумного будинку на відносно доступній та поширеній апаратній базі Arduino.

Об’єкт дослідження — автоматизована система керування мікрокліматом розумного будинку.

Мета роботи — розробка апаратно-програмного комплексу керування мікрокліматом розумного будинку на апаратній базі Arduino.

Методи дослідження — моделювання в симуляторі Cisco Packet Tracer та проектування апаратно-програмного комплексу з використанням платформи Arduino.

Результати — створено апаратно-програмний комплекс керування мікрокліматом розумного будинку на базі Arduino Uno, де для написання програмного коду було використано офіційне програмоване забезпечення Arduino. Було розроблено макет, знайомлення і проектування графічного інтерфейсу зробленого в програмі Cisco Packet Tracer.

РОЗУМНИЙ БУДИНОК, ARDUINO, CISCO PACKET
TRACER, КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	7
1.1 Актуальність системи «Розумного будинку» в сучасному інфо- комукаційному середовищі.....	7
1.2 Система керування «Розумним будинком».....	11
1.3 Огляд готових рішень для побудови систем «Розумного будинку»...	16
1.4 Постановка задачі.....	22
2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ.....	23
2.1 Апаратна частина комплекс керування мікрокліматом «Розумний будинок».....	23
2.2. Проектування «Розумного будинку» в Cisco Packe Tracer.....	29
3 РОЗРОБКА АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ РОЗУМНОГО БУДИНКУ.....	31
3.1 Компоненти платформи ардуино для побудови «Розумного будинку».....	31
3.2 Розробка апаратно-програмного комплексу керування мікроклімату розумного будинку.....	39
3.3 Тестування екосистеми «Розумного будинку».....	47
ВИСНОВОК.....	49
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	50

ВСТУП

«Розумний будинок» – це бачення розвивалося в нас ще з давніх-давен, з фантастичних книжок, фільмів, вигадок про те, що людство буде вмикати чи вимикати світло, плескаючи в долоні, або ж автоматично вимикатися, коли всі сплять, відключати не потрібні електророзетки та прилади, самостійно нагрівати або охолоджувати будинок, ставити під охорону весь периметр будинку чи заходити в будинок по звичайній пластиковій картці, або ж система охорони з розпізнаванням по відбитку пальця, тощо. У такому будинку не буде занадто холодно чи жарко. Увімкнути музику, світло чи закрити штори можна одним лиш натисканням на кнопку. Все це колись було лише фантастикою. Але в наш час технології набрали високих обертів, і вдосконалюються не по роках, а по хвилинах. Сотні тисяч програмістів працюють і кожен день проєктують щось нове і корисне людству. І на сьогоднішній день ми маємо різні проєкти побудови «Розумного будинку» де комфортно мешкати. Ця система полегшує нам життя, виконуючи повсякденні функції самостійно.

1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОТОКОЛІВ

1.1 Актуальність системи «Розумного будинку» в сучасному інформатично-комунікаційному середовищі

Отже система «Розумний дім» - це система домашніх пристроїв, котрі можуть вирішувати певні повсякденні завдання, котрі були поставлені людиною, і виконувати їх без участі людини. Ця система є надзвичайно гнучка, яку користувач може конструювати та налаштувати самостійно в залежності від потреб. Це дає можливість власнику визначати, на які місця встановлювати пристрої, та які саме функції вони будуть виконувати.

Найбільш поширені автоматичні дії у «Розумному будинку» це: корекція роботи опалювальної системи або кондиціонера, вмикання та вимикання світла, загоряння чи протікання води, повідомлення про проникнення до приміщення невідомих осіб [1].

Перші кроки до такої системи почались із звичайних на сьогоднішній день побутових пристроїв, котрі використовували електромережу для виконання таких задач як приготування та підігрів їжі, або ж прибирання. Перші з них з'явилися в 1901 році був розроблений пилосос, котрий пришвидшив і полегшив у багато разів прибирання. У 1909 році створили тостер, в 1913 році була створена посудомийна машина та холодильник, у 1927 році розробили праску з керуванням температури і ще багато речей, котрими ми користуємося кожного дня і не вважаємо їх цінними, хоча колись вони були чимось особливим і коштовним, а зараз всі бажаючі можуть їх мати.

І вже в 1950 року з'явився перший розумний будинок «Будинок з кнопками», створений американським інженером Емілем Матіас. Він назвав його «Будинок із кнопками». По всьому будинку були розміщені кнопки, які активували автоматичне виконання повсякденних завдань [2].

Також найбільш відомим став винахід Джеймса Сазерленда у 1966 році. Це був комп'ютер Echo IV, котрий автоматично міг контролювати кліматичне

обладнання у будинку, міг керувати електричними приладами та друкувати список покупок.

У 1975 році великим кроком став перший стандарт з керування побутовими приладами під кодом «X10». Його розробила компанія Pico Electronics. Для передачі сигналу система використовувала електричну мережу, а також було передбачено керування на частоті 433 МГц. Система дала можливість контролювати електричні прилади, керувати світлом, вмикати чи вимикати мультимедійні пристрої без додаткових дротів [2].

Коли у 2007 році з'явилися перші смартфони, а 2011 компанія Nest створила більш удосконалений термостат, яким можна було керувати зі смартфона. До того ж термостат Nest міг самостійно навчатися.

У 2012 році було представлено смарт-систему домашнього освітлення під маркою Philips HUE яка ґрунтувалася на базі лампи в котрій є регульований спектр яскравості світіння. Він містить радіо інтерфейс під назвою ZigBee. Компанія SmartThings стала конкурентом випустивши домашню автоматизацію котра була на порядок дешевша.

У 2014 році була представлена перша "розумна колонка" під назвою Amazon Echo. Вона представляла собою невеликий пристрій. В нього було інстальовано «Розумного помічника» Alexa котрий керувався голосом. Їй можна було задавати різні побутові питання та керувати своїми пристроями в будинку. Але у 2016 році випустили конкурента від компанії Google і назвали систему Google Home. Помічник був Google assistant котрий був більш вдосконалений.

Система розумного будинку включає в себе:

1. Керуючий пристрій – він може називатися контролер або хаб, об'єднує всі елементи системи в одне ціле і виводить в зовнішній світ.
2. Сенсорні пристрої – датчики котрі надають інформацію про умови назовні.

3. Виконавчі пристрої - актуатори, саме вони виконують команди. Це такі пристрої: авто-клапани для труб, авто-вимикачі, авто-розетки, сирени, клімат-контролери та інше.

Процес даної системи є простим і складним одночасно. Принцип роботи розумного будинку ґрунтується на технології розподіленого інтелекту. Що ж значить "Розподілений" – це говорить про те, що не потрібно центрального комп'ютера (рисунок 1), який часто встановлюється до більшості інших систем. Іншими словами центральний комп'ютер є "Мозком" будинку, котрий несе відповідальність за роботу всіх заведених функцій в ньому (рисунок 1.1). Тому вихід з ладу процесора може призвести до того, що будинок залишиться взагалі некерованим, або не буде повністю виконувати потрібні команди, котрі можуть бути критично необхідними [3-4].



Рисунок 1.1 – Система розумного будинку

У системі «Розумний дім» кожен вузол має власний інтелект. Разом вони зв'язуються у загальну велику підконтрольну мережу та обмінюються інформацією між собою. Це достатньо сильно підвищує надійність системи, тому що вихід з ладу окремого пристрою не впливає на роботу всієї системи в цілому, так як вона незалежна і це робить її гнучкою та легко придатною до розширення.

Маючи власний комп'ютер чи телефон людина може управляти за

допомогою універсальної панелі дистанційно всіма пристроями в системі «Розумного будинку». Усі пристрої котрі підключені до системи «Розумний Дім» відображаються на екранній панелі (рисунок 1.2). І кожним із них ми можемо керувати окремо. Лише одним дотиком по екрану ми легко можемо керувати приладами: вмикати кондиціонер, світло або музика. Можемо наприклад давати сигнал на закриття штор, вимикання музики та світла та закриття дверей. І все це лише з однієї кнопки і обрати для неї сценарій. У цій системі не має кордонів, ми можемо створювати як однофункціональні так і багатофункціональні сценарії для нашого «Розумного будинку» [5].

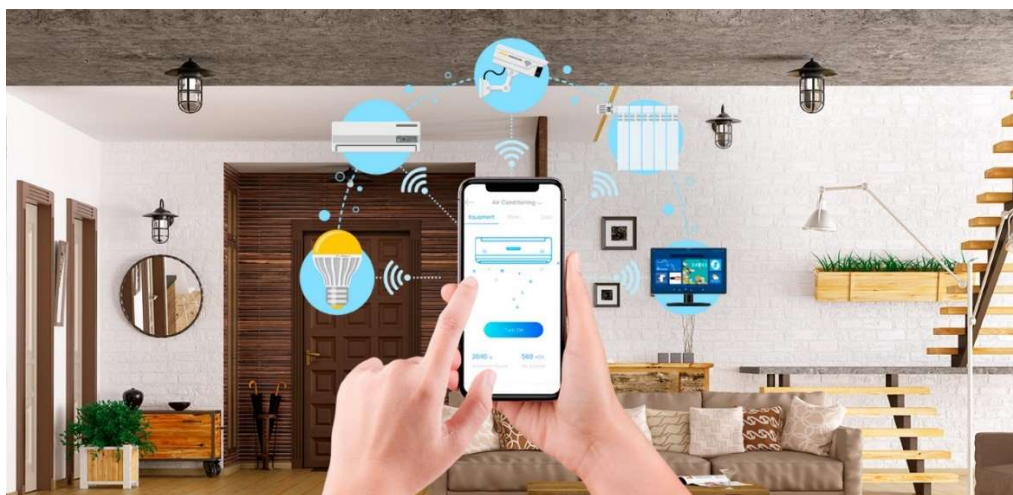


Рисунок 1.2 – Управління «Розумним будинком»

1.2 Система керування «Розумним будинком»

Освітлення.

Освітлення в домі можна теж підстроїти під власний смак за допомогою розумної системи світла. Коли відповідні пристрої будуть інстальовані на місцях і підключенні до системи можна самостійно робити сценарії наприклад: «Домашній кінотеатр», «Романтична вечеря», «Вечірка», «Перед сон» та інше. В кожному сценарій зберігається атмосфера освітленості ту яку ви йому задали[6].



Рисунок 1.3 – Освітлення внутрішнє

Ще зможемо налаштувавши ландшафтне освітлення архітектурних елементів будинку, подвір'я або саду (рисунок 1.4). Це все зробить незабутніми вечірні прогулянки замиською ділянкою.



Рисунок 1.4 – Освітлення зовні

Безпека.

Система «Розумний будинок» може гарантувати надійний захист вашої оселі від зовнішнього проникнення і від аварійних випадків усередині будинку (рисунок 1.5). Датчики відкриття підключаються до всіх вікон та дверей. За бажання можемо спостерігати що діється у нашому домі і навколо нього. Також можна поставити новітні двері з принципом роботи NFC чи з системою розблокування по відбитку пальця. Встановивши камери спостереження ми беремо під контроль ситуацію у нашому будинку і навколо нього, бо бачимо усе.



Рисунок 1.5 – Надійний захист

Також можна встановити в будинку датчики витоку води та витоку газу (рисунки 1.6-1.7). Щодо дверей з відбитком пальця то не обов'язково купувати саме їх, так як можна просто купити дверну ручку із замком котра містить датчик відбитка пальця (рисунки 1.8). Ще можна відмикати двері за допомогою системи «розблокування лиця», але додатково треба буде докупити камеру з функцією 3D візуалізації та інфрачервоним датчиком [7].



Рисунок 1.6 – Датчик протікання води



Рисунок 1.7 – Датчик улавлювання газу



Рисунок 1.8 – Дверний замок з відбитком пальця

Мікроклімат.

Система «Розумний дім» завжди буде підтримувати комфортну температура та вологість, яку ви задасте їй. Тобто коли температура в будинку буде низька то система включить обігрів оселі і підігріє до потрібної температури і скорегує вологість.

Мультирум.

За допомогою цієї системи можна встановлювати звучання різної музики, в якій кімнаті вона буде грати і обирати інтенсивність звуку (рисунок 1.9). Керувати можна з телефону. Також може бути підключений динамік домофону. Так система буде озвучувати будь-які попередження чи події. Тобто буде приходити сповіщення.



Рисунок 1.9 – Мультирум

Догляд за садом.

В системі розумного будинку можна запрограмувати графік поливу рослин і тоді система згідно його буди вмикатися автоматично, поливати та вимикатися. Автополивна система є повністю самостійною та не вимагає нашої участі (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Догляд за садом

Можливості «Розумного дому» ще колись були лише фантастикою у фільмах та книжках, але не зараз. В наш час технологічний процес підійшов до високого рівня і саме це дозволяє нам втілити практично всі наші ідеї в нашому житті.

1.3 Огляд готових рішень для побудови систем «Розумного будинку»

Взагалі є п'ятірка кращих систем «Розумного будинку». Зараз розглянемо їх, але найбільшу увагу буде приділено системі з цього переліку котра займає перше місце. Про неї нижче буде детальний опис, так як вона лідер, а це каже про те, що іншим треба рівнятися і добиватися її успіху у розробках [8].

П'яте місце займає система від компанії гіганта Xiaomi

Компанія Xiaomi з Китаю сьогодні є одним із найвідоміших виробників різноманітної продукції на світовому ринку, незважаючи на те, що компанія з'явилася лише у 2010 році. Якщо у всіх компаній бували як злети, так і падіння, то китайська компанія поки що постійно росте і розвивається дуже швидко. Сам виробник на даний час спеціалізується лише на виготовленні та продажу мобільних пристроїв. Але він спонсорує сотні стартапів невеликих компаній, які домовилися і випускають під його брендом свою продукцію, у тому числі систему «Розумного будинку». І всі вони відрізняються бездоганною якістю, оскільки виробник Xiaomi суворо за цим стежить.

Розумний будинок від Xiaomi - це бюджетний клас обладнання до того ж воно просто і зручне.(рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Комплект Xiaomi

Переваги:

1. можливість масштабування;
2. автономність пристроїв;
3. бездротовий протокол ZigBee;
4. розроблені камери відеоспостереження;
5. зручне керування за допомогою смартфона через Wi-Fi;
6. наявність настраюваних сценаріїв;
7. стильний дизайн і компактність;
8. низька вартість комплекту.

Недоліки:

1. обмежена зона впливу сигналу (до 10 м);
2. невелика кількість пристроїв у наборі;
3. відсутність резервного харчування хаба.

Четверте місце займає система від компанії Orvibo.

Компанія Orvibo створила просте в експлуатації і не дороге обладнання під назвою Security Kit. Він піклується про безпеку будинку (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 – Комплект від Orvibo

Переваги:

1. дистанційний контроль зі смартфона;

2. нескладне підключення;
3. автоматичний пошук та з'єднання датчиків з хабом;
4. можливість масштабування системи до 100 датчиків;
5. підтримка підключення датчиків інших виробників;
6. наявність власної відеокамери;
7. бездротовий протокол;
8. від центрального хаба автономність деяких пристроїв;
9. вибір сценаріїв роботи;

Недоліки:

1. дія сигналу до 30 м;
2. мала кількість пристроїв у базовій комплектації;
3. у разі відключення електроенергії відсутність резервного живлення хаба.

Третє місце займає система від компанії Fibaro

Fibaro це є професійним обладнання для автоматизації та безпеки будинку (рисунок 1.13). Але встановити його може лише спеціаліст, бо звичайна людина не впорається із інсталяцією цієї системи.



Рисунок 1.13 – Комплект від Fibaro

Переваги:

1. велика кількість датчиків та пристроїв;

2. розсилка повідомлень на телефон;
3. великий вибір сценаріїв;
4. робота на базі протоколу Z-Wave;
5. голосове керування через сервіс Google.

Недоліки:

1. висока вартість обладнання;
2. монтаж тільки спеціалістом;
3. відсутність резервного харчування хаба;
4. дальність сигналу до 50 м але тільки без перешкод
5. затримка Push-повідомлень;
6. урізаний мобільний додаток.

Друге місце займає система від компанії BroadLink

Комплект сучасних цифрових пристроїв від цієї компанії, створений щоб раціонально управляти побутовою технікою, а також освітлювальною, енергетичною, охоронною системами в будинку (рисунок 1.14). Всі пристрої можуть працювати як в самокупності так і окремо.



Рисунок 1.14 – Комплект від BroadLink

Переваги:

1. швидке інсталування

2. широкий асортимент датчиків;
3. легке підключення та налаштування;
4. легко додати або усунути різні пристрої;
5. має автономну роботу датчиків;
6. контролюється через Wi-Fi.
7. бездротове з'єднання пристроїв між собою;

Недоліки:

1. обмежена дальність дії сигналу до 50 м;
2. відсутнє резервне живлення хаба;
3. пульт працює лише на прийом сигналів.

Перше місце займає система від компанії Ajax

Українська компанія Ajax випускає свою продукцію де з коробки за замовченням стоїть український інтерфейс. Система цієї компанії автоматизації будинку повністю виконує два важливих завдання:

1. комфорт і зручність в управлінні всіма пристроями системи.
2. гарантія безпеки оселі.

Устаткування Ajax працює на надійно зашифрованому радіозв'язку котрий має двусторонній захист під назвою Jeweller. Це власна розробка, яка включає автономію від електромережі бо має резервне джерело живлення. Усі пристрої з комплекту мають достатньо стильний дизайн (рисунок 1.15).



Рисунок 1.15 – Комплект від Ajax

Переваги:

1. простий монтаж;
2. бездротовий канал зв'язку системи;
3. зона дії сигналу 2000 м;
4. захист від зняття будь-якого пристрою;
5. доступ інших користувачів;
6. додаткове живлення хаба від акумулятора;
7. GSM-зв'язок і Wi-Fi;
8. різні способи інформування;
9. розумна розетка;
10. інсталяція за QR-кодом програми;
11. керування зі смартфона;
12. підключення до 100 пристроїв;
13. тривожна кнопка на пульті;

Недоліки:

1. функціонування тільки з роботою hub, тому відсутність автономності датчиків;
2. відсутність власної камери відеоспостереження
3. керування лише через телефон, не має змоги керувати через ноутбук.

У висновку можемо сказати, що комплект системи «Розумний будинок» від виробника Ajax містить найбільшу кількість пристроїв власного виробництва, які є легкими в інсталяції у порівнянні з іншими брендами.

Налаштувати та встановити цю систему може самостійно будь який користувач. Важливо, що ця система має доступну ціну з широким вибором функціоналу.

1.4 Постановка задачі

Зібравши та проаналізувавши літературні джерела можна сформулювати такі ключові задачі, що необхідно вирішити під час кваліфікаційної бакалаврської роботи:

1. Провести детальний аналіз літературних даних стосовно тематики апаратно-програмної реалізації систем «Розумних будинків». За результатами дослідження розробити описову модель предметної області.

2. Провести огляд компонентів для платформи Arduino, та обрати необхідні компоненти для побудови апаратно-програмного комплексу «Розумного будинку», при цьому враховуючи найкраще співвідношення функціональних можливостей і собівартості обладнання.

3. Побудувати систему «Розумний будинок», використовуючи симулятор Cisco Packet Tracer, з підтримкою систем клімат-контролю приміщення.

4. Підібрати і придбати всі необхідні пристрої та компоненти, котрі потрібні для побудови апаратно-програмної системи «Розумний будинок».

5. Підключити всі пристрої та датчики до плати і запрограмувати їх на злагоджену роботу.

6. Побудувати макет будинку і розмістити в ньому апаратно-програмну систему «Розумного будинку».

7. Провести тестування на працездатність кожного блоку системи «Розумний будинок».

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Апаратна частина комплекс керування мікрокліматом «Розумний будинок»

Апаратна частина – це саме та частина, з якої починається будівництво «Розумного будинку». Після того як було проведено велику роботу з ознайомленням даної тематики, було вирішено взяти до розгляду такі компоненти апаратної частини, котрі будуть наведені нижче з описом.

Arduino uno.

Це центральна плата (рисунок 2.1), котра з'єднує всі датчики в одну цілу систему і з котрої запрограмовуються всі параметри роботи, котрі повинен кожний датчик робити. Сама плата живиться або ж від крони, або від акумуляторної батареї. У випадку акумуляторної батареї потрібно перепаювати роз'єми. До плати ще потрібно додати з'єднувальні дроти (рисунок 2.2). Також для зручності використання потрібно придбати prototype shield та міні макетну плату, які продаються окремо або в комплекті (рисунок 2.3) [9-10].

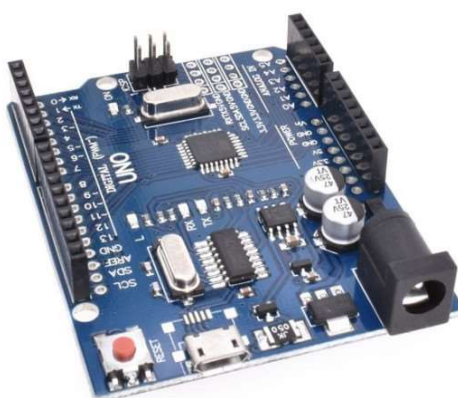


Рисунок 2.1 - Arduino uno



Рисунок 2.2 - З'єднувальні дроти



Рисунок 2.3 – Міні плата швидкого монтажу

Датчик температури DHT11.

Даний компонент (рисунок 2.4) буде передавати показники температури навколишнього середовища на плату для того компоненту, котрий потребує роботи з температурою, наприклад, автопідігрів.

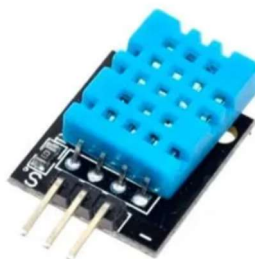


Рисунок 2.4 - DHT11

Модуль зчитування безконтактних карт PN532 NFC RFID V3.

Датчик (рисунок 2.5) комплектується часто платою з дротами та самим модулем. Використання даного компонента є дуже зручне, наприклад розблокування дверей безконтактно.



Рисунок 2.5 - PN532 NFC RFID V3

Сервопривід Sg90 9g.

Цей компонент комплектується змінними наконечниками (90, 180 або 360 градусів), та дротами з конекторами або вже запаяними на самому пристрої, як показано нижче на рисунку 2.6. Даний інструмент підійде, наприклад, для відкривання вікон для провітрювання, а також їх автоматичне закривання. Пристрій, котрий приведений на рисунку 2.6 є 9-тигравимим, тобто навантаження до 9 грамів, із мікро-ходом +/- 2 грами. При перевантаженні є ризик спалити сам мотор або ж стерти зубці, на які кріпляться наконечники.



Рисунок 2.6 - Sg90 9g

Датчик вологості повітря DHT22.

Пристрій котрий вимірює вологість навколишнього середовища з точністю до 0,1 °C представлений на рисунку 2.7. Має стандартний діапазон вимірювання від 0-100%.



Рисунок 2.7 - DHT22

Датчик анти-затоплення водою приміщення.

Пристрій (рисунок 2.8) виявляє затоплення в приміщенні , на що подає сигнал або команду на відключення води методом авто-перекривання основного крана з водою.

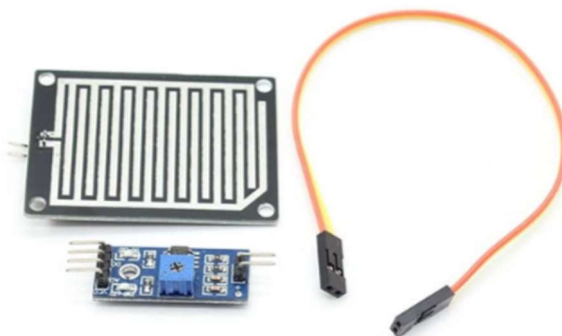


Рисунок 2.8 – Датчик води

Датчик CO, угарного газу, MQ7

Пристрій виявляє угарний газ в приміщенні (рисунок 2.9), після чого подає сигнал про витік газу. Має детектований діапазон: 10-10000 ppm, і достатньо швидкий час відгуку: <1 с.



Рисунок 2.9 - Датчик угарного газу MQ7

Датчик природного газу MQ-4.

Пристрій MQ-4 (рисунок 2.10) розпізнає наявність в повітрі природного газу, таких як метан, пропан, бутан. За допомогою нього можна визначати рівень концентрації та подавати сигнал на виконуючий прилад. Датчик має цифровий вихід з тригером, який підлаштовується змінним резистором, та аналоговий вихід.



Рисунок 2.10 - Датчик природного газу MQ-4

Модуль реле 1-канальне ESP8266 ESP-01S.

Модуль на електромагнітному реле SRD-5VDC-SL-C (рисунок 2.11) для створення «Розумного освітлення», включення/вимикання приладу тощо. на основі модуля ESP8266 ESP-01S.



Рисунок 2.11 - Модуль реле

2.2 Проектування «Розумного будинку» в Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer – це програмний інструмент візуального моделювання, розроблений самою компанією Cisco Systems, котрий дозволяє користувачам створювати мережеві топології та імітувати сучасні комп'ютерні мережі. Дане програмне забезпечення дозволяє користувачам імітувати конфігурацію комутаторів і маршрутизаторів Cisco за допомогою імітаційного інтерфейсу командного рядка. Packet Tracer використовує користувацький інтерфейс під назвою drag-and-drop, котрий дозволяє користувачам додавати та видаляти модельовані мережеві пристрої, як вони вважають за потрібне. Програма спрямована переважно на сертифікованих студентів Cisco Network Associate Academy як навчальний інструмент, котрий допомагає вивчати фундаментальні концепції CCNA. Раніше студенти, які навчаються в програмі Академії CCNA, могли вільно завантажувати та використовувати інструмент безкоштовно для навчального використання, але з серпня 2017 року з версією 7.1 є безкоштовним для всіх бажаючих [11-12].

За період навчання було досконало вивчено цю програму. Тому розробка «Розумного будинку» почалася саме тут. Було розроблено будинок котрий автоматично підтримує комфортну температуру у приміщеннях (рисунок 2.12). В системі є захист входу по картці. Система працює подібно сучасній системі NFC, тобто щоб розблокувати двері ми підносимо картку до приймача, і якщо картка зчитується як своя то двері відчиняються. Такий же захист стоїть і на розблокування та відкриття гаражних воріт. Виведено світло котре реагує на рух, і вмикається при вході до гаражу чи в'їзді автомобіля в середину. Коли авто доїжджає до мітки де стоїть лазер, при розриві лазерного променя, подається сигнал на автозакриття воріт. В самому домі є «Розумний захист», тобто при витоку газу, спрацьовують датчики котрі перекривають воду та газ у всьому будинку і вмикається сирена. Було зроблено ще автовідкриття вікон, і запуск кавоавтомату автоматично з пульта керування для комфорту.



Рисунок 2.12 – Проект «Розумний будинок» у Cisco Packet Tracer

У сукупності це працює так, коли авто під'їжджає до гаражу. Людина відкриває ворота приклавши лише картку, і вони автоматично відкриваються. На середині гаража спрацьовує датчик руху і запалює світло, коли авто доїжджає аж в самий кінець де стоїть лазер. Авто розриває промінь і після розірвання через 2хв подається сигнал на автозакриття воріт. При вході до будинку користуємося тією ж самою карткою. Поки переодягнулися і сіли відпочити після важкого дня, кави вже приготувалася і можна її пити. Увечері перед сном можна відкрити автоматично вікна на провітрювання, та закрити автоматикою, щоб не ходити сонним їх закривати. Якщо трапляється якась проблема в домі по типу затоплення, то при коли датчик зчитає, основний кран заблокує подачу води і увімкне сирену. Також якщо буде витік газу спрацює датчик, відбудеться перекриття газової труби краном і буде увімкнута сирена

3 РОЗРОБКА АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

3.1 Компоненти платформи Arduino для побудови «Розумного будинку»

Було придбано наступні компоненти для розробки «Розумного будинку», в кількості 10 одиниць.

Arduino uno r3

Плата яка є основною, завдяки їй будуть з'єднанні і запрограмовані усі компоненти в одну єдину розумну систему. Частіше за все плата комплектується ще проводом для живлення, так як він є специфічний до даної плати (рисунок 3.1).

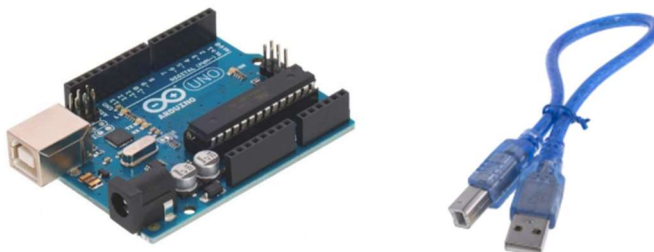


Рисунок 3.1 – Плата Uno r3 і провід живлення

Технічні характеристики модуля:

- Вхідна напруга: 5-20 В;
- Конектор живлення: роз'єм 2,1 мм;
- Контролер: АТmega328р;
- Програмна пам'ять: 32 кБ;
- Оперативна пам'ять: 2 кБ;
- Енергонезалежна пам'ять: 1 кБ;

- Цифрові піни: 14 (з них 6 можуть використовуватись для ШІМ);
- Аналогові піни: 6;
- Частота: 16 МГц;
- Інтерфейси: UART TTL, I2C (TWI), SPI;
- Розмір: 69 x 54 мм;
- Вага: 26,5 г.

Плата розширення для Arduino Uno

Дана плата дає змогу робити більше підключень різних компонентів (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Плата розширення

Світлодіод rgb 4pin загальний анод

Світлодіод є 4 – контактним. Три контакти - це три перших літери у назві: r - червоний, g - зелений, b - синій. Четвертий контакт є загальним для інших трьох контактів (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 - Світлодіод rgb 4pin

Технічні характеристики модуля:

- Робоча напруга: 2.0-3.2V;
- Тип: RGB;
- Лінза: безбарвна, прозора;
- Кількість: 4pin.

Резистор 220 Ohm і 27 kOhm

Основне завдання резистора - обмежувати струм для діодів, щоб ті не вийшли з ладу, і мали великий термін дії (рисунок 3.4-3.5).



Рисунок 3.4 – Резистор 220 Ohm

Технічні характеристики модуля 220ом:

- Тип: метало-плівкові мініатюрні;
- Габарити: 3,2x1,5x0,45 мм;
- Потужність: W: 0,5 W;
- U раб: V: 200 V;
- Точність і ТКС: $\pm 5\%$, $\pm 100ppm$;
- Номінал: 220 Ohm.



Рисунок 3.5 – Резистор 27 Ohm

Технічні характеристики модуля 220ом:

- Тип: метало-плівкові мініатюрні;
- Габарити: 3,2x1,5x0,45 мм;
- Потужність, W: 0,5 W;
- U раб., V: 200 V;
- Точність і ТКС: $\pm 5\%$, $\pm 100\text{ppm}$;
- Номінал: 27 Ohm;

Датчик газу mq-5

Sensor MQ 5 призначений для виявлення шкідливих речовин у приміщенні чи назовні. Цей сенсор відноситься до серії детекторів газу MQ, сумісних із мікроконтролерами Arduino. У зв'язку з цим модуль може бути впроваджений:

- у охоронно-пожежну систему;
- у автоматичне вентиляційне обладнання;
- як датчик, що сигналізує витік газу.

Пристрій є чутливим до природного газу, пропану, ізобутану, коксового газу, спирту, цигаркового диму (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 - Датчик газу

Технічні характеристики модуля:

- Напруга нагрівача: 5В
- Потужність нагрівача: менше 800мВт
- Опір датчика: 10 Ом-60 Ом (5000ppm метан)
- Опір навантаження датчика: 20Км

Датчик вологості ath21

Основна задача даного пристрою - зчитувати ступінь вологи, і якщо сильна волога або затоплення то подати відповідний сигнал (рисунок 3.7).

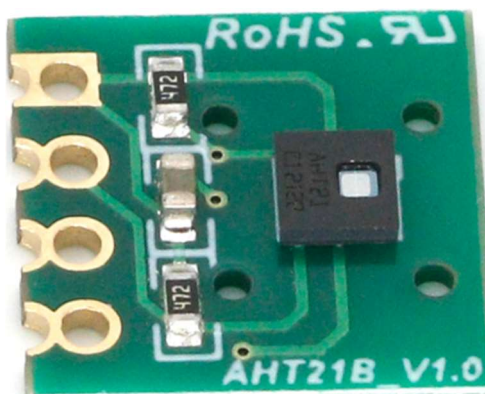


Рисунок 3.7 – Датчик вологості

Технічні характеристики модуля:

- Напруга живлення модуля: 2,0 В - 5,5 В;
- Діапазон вимірювання температури: $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Діапазон вимірювання вологості: $0 \sim 100\% \pm 2\%$;
- Роздільна здатність температури: $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Роздільна здатність вологості: $0,024\%$;
- Розмір: 3 x 3 мм, висота 0,8 мм

Сигналізатор tmb12a05

Сигналізатор tmb12a05 – датчик, який подає сигнал у екстрених випадках, таких як протікання газу або води (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Сигналізатор.

Технічні характеристики модуля:

- Тип: Зумери;
- Зумер – електромагнітний;
- Живлення 5Vdc;
- Габаритні розміри: $\text{Ø}12\text{ мм}$;
- Робоча напруга: 5 VDC;
- Резонансна частота: 2300 Hz;
- Рівень звуку: 85 dB.

Модуль датчика термопары hw-550 max 6675

Датчик слугує для вимірювання температури навколишнього середовища. У комплекті іде термопара К-типу 50 см та дюпони для підключення до контролера (рисунок 3.9).

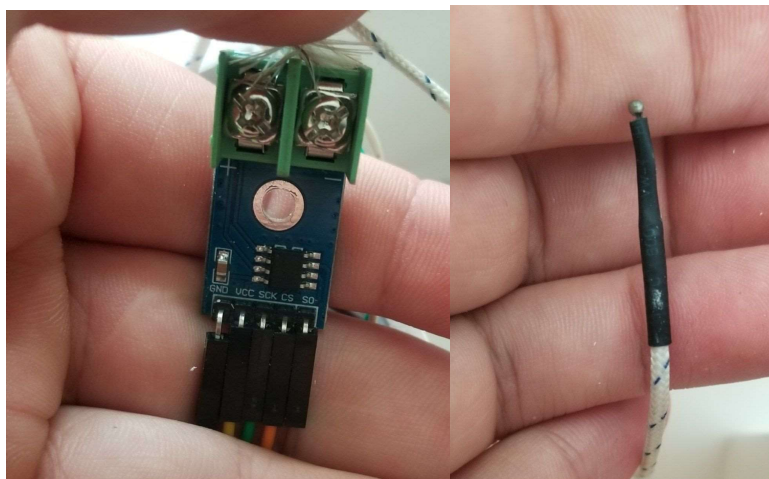


Рисунок 3.9 - Датчик температурний

Технічні характеристики модуля:

- Діапазон вимірювання температури: 0-600 ° C;
- Крок виміру: 0.25 °C;
- Точність: 1.5 °C;
- Інтерфейс підключення: SPI;
- Напруга живлення: 5 В;
- Розмір - 3.2 x 1.5 x 1.4 см.

Модуль реле 1 канал жив. 5v вихід. 250V 10A

Одноканальне модульне реле 5V для Arduino застосовується для управління різними приладами з великою потужністю, що споживається. Роз'єднує та з'єднує живлення для різних компонентів (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Модульне реле

Технічні характеристики модуля:

- Керуюча напруга: 5V;
- Реле: SRD-5VDC-SL-C;
- Розмір модуля: 47 x 18 x 20 мм;

3.2 Розробка апаратно-програмного комплексу керування мікрокліматом розумного будинку

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз різних компонентів для плати Arduino, а далі підібрано і придбано всі датчики та пристрої, котрі підходять для розробки апаратно-програмного комплексу керування мікрокліматом «Розумного будинку».

Головним пристроєм системи керування «Розумним будинком» є плата Arduino uno R3 (рисунок 3.11). До цієї плати під'єднуються і програмуються всі пристрої та датчики для побудови єдиної розумної системи. Для живлення плати використовується кабель USB-USB B, котрий рекомендовано під'єднувати до порту з напругою від 5 до 12V. Також на платі встановлено запобіжник від короткого замикання та перевантаження. Є ще клавіша Reset за допомогою неї можна перезавантажити плату. Мікроконтролер ATmega328 відповідає за роботу та функціонування 14 цифрових та 6 аналогових входів та виходів, а також роз'єму для внутрішнього схемного програмування ICSP. Плата має світлову індикацію роботи, обміну інформацією та роботи 13 цифрового входу/виходу. Додатково встановлено плату розширення для збільшення кількості портів [13-14].

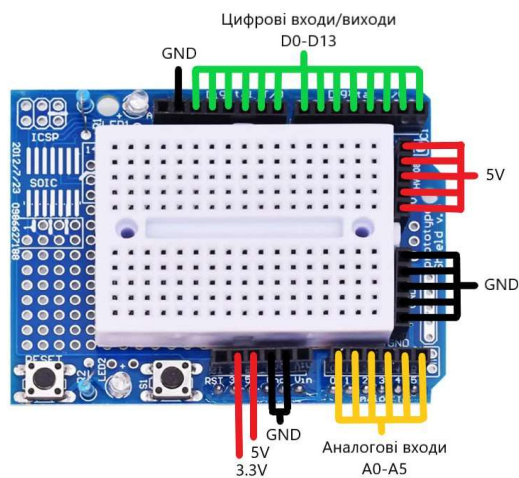


Рисунок 3.11 – Входи та виходи плати розширення для Arduino

GND (ground) – це шина землі котра є нульовим потенціалом тобто в електроніці виступає 0 (-).

D0-D13 (digital) – це цифрові входи та виходи, з них 3, 5, 6, 9, 10 використовуються для передачі ШИМ-сигналу, а 11, 12, 13 використовуються для роботи датчиків по інтерфейсу SPI (серійний периферійний інтерфейс). Pin 0 і pin 1 застосовуються для роботи с інтерфейсом UART (універсальний асинхронний приймач/передавач), а pin 7 і pin 8 не використовуються для другорядних функцій.

A0-A5 (analog) – аналогові входи, з яких 4 і 5 використовуються для інтерфейсу I2C (послідовна шина даних).

5V/3V – Шина для живлення датчиків і пристроїв на платі.

До плати приєднали датчик терморпари з цифровим підсилювачем hw-550 max 6675 – його задача зчитувати показники тепла (рисунок 3.12).

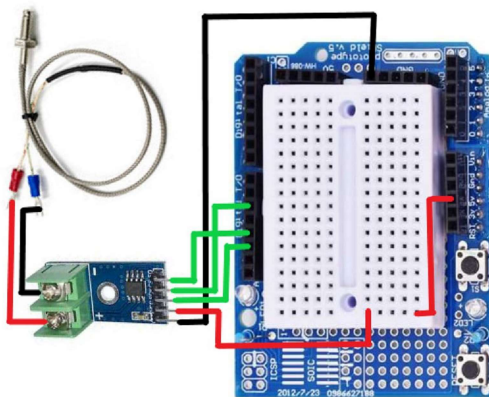


Рисунок 3.12 – Підключення датчика температури

До плати ще підключили додатково реле, котре буде контролювати подачу живлення на резистор, котрий імітує нагрів газового котла (рисунок 3.13).

До плати підключили датчик газу (рисунок 3.15). Він реагує на витік газу і подає сигнал на плату.

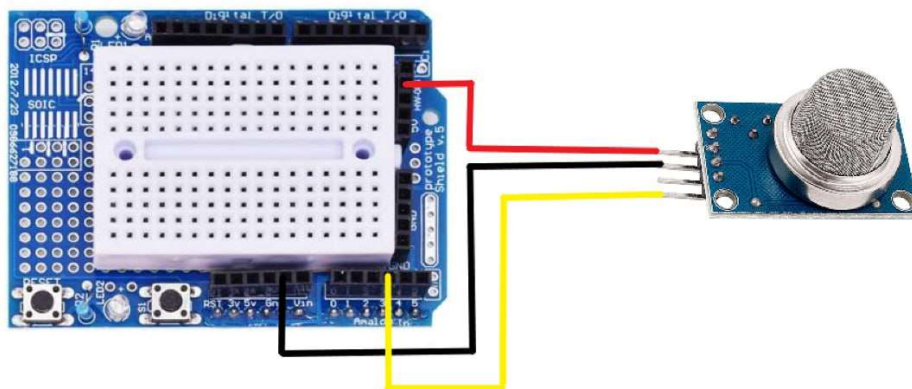


Рисунок 3.15 – Підключення датчику газу

Також до плати підключили датчик витоку води (рисунок 3.16). Його задача - подавати сигнал на плату, якщо волога буде перевищувати 90%, що і показує присутність води [15].

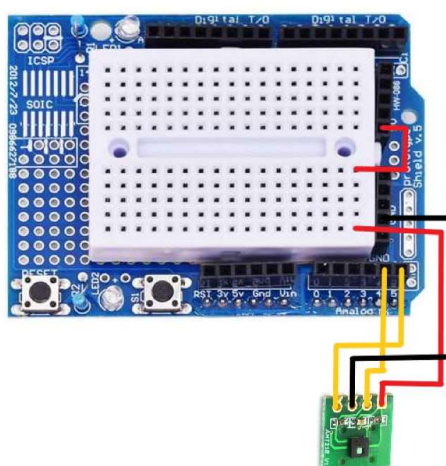


Рисунок 3.16 – Підключення датчику вологості

Підключили сигналізатор до плати (рисунок 3.17), котрий сигналізує про витік газу безперервним звуковим сигналом, а витік води - переривчастим сигналом.

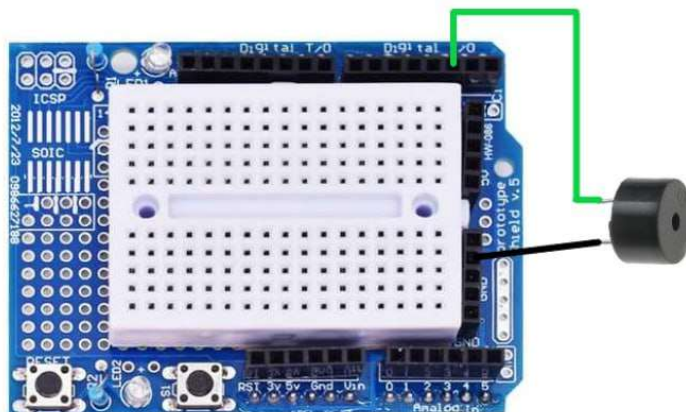


Рисунок 3.17 – Підключення сигналізатора

Було зібрано макет дому в якому розмістили плату і всі пристрої і датчики, котрі йдуть до неї. Для конструювання дому лист пвх білого кольору розмітили та вирізали 12 елементів. (рисунок 3.18).



Рисунок 3.18 – Вирізані елементи стін, підлоги, даху.

Елементи корпусної частини будинку були склеєні за допомогою клею 555. Було розроблено хрестовину дому, вирізані та встановлені двері з функцією відкривання (рисунок 3.19).

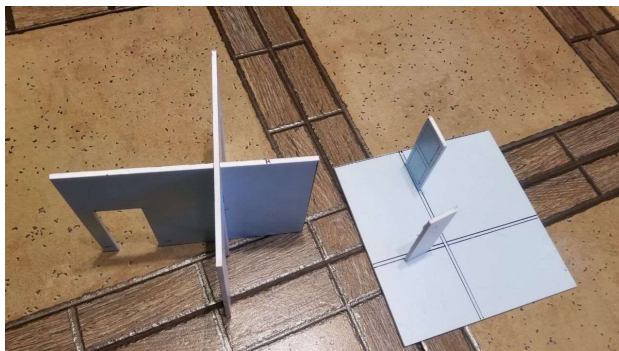


Рисунок 3.19 – Хрестовина з підлогою та дверима

В результаті отримали макет будинку (рисунок 3.20).



Рисунок 3.20 – Макет будинку

Було зроблено макет газового котла (рисунок 3.21), куди вмонтовано підігрів і датчик зчитування температури.



Рисунок 3.21 – Макет газового котлу з датчиком

Розроблений макет раковини з отвором де під підлогою до раковини було проведено датчик витоку води (рисунок 3.22).



Рисунок 3.22 – Макет раковина з датчиком витоку води

Вирізували отвори в стінах і провели сигналізацію як внутрішню так і зовнішню (рисунок 3.23).



Рисунок 3.23 – Встановлена сигналізація

Датчик газу встановлений поруч газового котла, закріплений на стіні (рисунок 3.24).

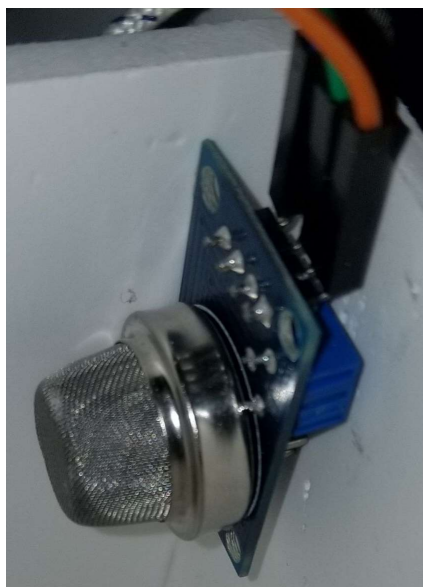


Рисунок 3.24 – Встановлений датчик газу

3.3 Тестування системи кліматконтролю «розумного будинку»

Після того як було все зроблено, а саме підключені всі пристрої та датчики до плати і запрограмовані та зроблений повноцінний макет будинку, де було розміщено всі компоненти, приступили до тестування системи. Плату можна підключати як до розетки так и до ноутбуку. При підключенні до розетки орієнтуємося на звуки роботи пристроїв та діодів. Якщо живлення від ноутбуку, то всі дані надходять до пункту моніторингу ресурсів.

В даному тесті система була підключена до живлення від ноутбуку, в якому інстальована офіційна програма Arduino. Саме з допомогою цієї програми здійснюється програмування усієї системи вписаним кодом. Перейшовши до пункту моніторингу ресурсів можемо бачити в реальному часі усі показники датчиків. Це важливо при детальному тестуванню на справність системи.

При підключенні до живлення бачимо як працюють усі блоки в системі, тому по черзі їх розглянемо.

В блоці клімату було протестоване наступне. Вписано, що є три зони клімату, під них загорається світлодіод. Працює це наступним чином: коли датчик зчитує температуру, він кожні 7 секунд виводить інформацію про температуру на екран. Якщо температура нижче або дорівнює 20°C загорається світлодіод синім кольором, що показує синю холодну зону. Після загорання дода синім кольором, реле переходить в активний режим і дає струм на резистор, котрий імітує газовий котел. Цей резистор нагрівається і температура піднімається до показників другої зеленої зони, де задана комфортна температура від 21°C до 30°C. У другій зоні реле не відключає живлення так як резистору потрібно буде нагрівати до пікової зони, а саме червоної з температурою 31-32°C. При досягненні такої температури загорається червоний діоду, реле відключає струм і резистор перестає гріти будинок. Газовий котел знову почне працювати якщо температура в домі знизиться до показників холодної зони і загориться синій світлодіод.

В другому блоці протестовано роботу сигналізацій і роботу газового датчику, котрий розміщений над макетом газового котла (резистором). Достатньо піднести запальничку, і датчик подасть сигнал про велику кількість газу в повітрі і спрацьовує сигналізація як назовні так і в середині будинку. Сигналізація робить синхронний звук, не переривчастий.

В третьому блоці перевірено було роботу сигналізатора з датчиком витоку води. Для тесту взяли мокру ватну паличку і піднесли її до раковини в отвір, де на підлозі прикріплений датчик витоку води. Після того як він зчитав значення в процентному відношенні 90-100 %, подав сигнал на плату і запустилася сигналізація. Вона теж, як і в другому блоці, має синхронний звук але з різною протяжністю звуків, тобто переривчастим сигналом.

ВИСНОВОК

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано великий об'єм інформації щодо корисної та зручної домашньої еко-системи під назвою «Розумний будинок». Данна система вже стала достатньо поширена у використанні у таких країнах: Сполучені Штати Америки, Канада, Японія, Норвегія, Сінгапур, Люксембург, Великобританія, Австрія, Данія, Німеччина, Швейцарія, Швеція, Нідерланди тощо. Але ця система поступово заходить і в країни що розвиваються. В Україні також вже почали використовувати цю систему. Вона є достатньо дорогою на нашому ринку. Не всі користувачі інсталиують повний комплект системи «Розумний будинок». Вони можуть за бажанням або за своїми фінансовими можливостями встановлювати окремі компоненти з цієї системи. Наприклад «Розумне освітлення», «Розумна безпека» приміщення або тільки розпізнавання обличчя чи сканер відбитку пальця. Окремо також можна інсталиувати й датчик затоплення і витoku газу.

Програмісти, інженери та дизайнери постійно працюють над удосконаленням системи «Розумний будинок» і прагнуть зробити її більш доступною для користувачів в усьому світі. Адже не існує на даний момент кращої, кориснішої, зручнішої та незалежної системи як «Розумний будинок».

Моделювання проекту «Розумного будинку» в симуляторі Cisco Packet Tracer дало можливість ознайомитися на практиці з функціонуванням апаратно-програмного забезпечення подібних систем.

Перевагою роботи можна вважати успішно створений проект «Розумного будинку», в якому всі елементи були підключені і запрограмовані в єдину еко-систему. Вони працюють злагоджено, чітко, швидко. Тому з впевненістю можна сказати, що розроблений апаратно-програмний комплекс керування мікрокліматом розумного будинку у повній мірі задовольняє усі поставлені вимоги та може стати прототипом для подальшого втілення цієї системи «Розумний будинок» у реальне життя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ознайомлення з системою «Розумний будинок» <https://funduk.ua/uk/technoblog/gaming-raznoe/chto-takoe-umnyy-dom/>.
2. Історія «Розумного будинку» [Електронний ресурс] - <https://wikipedia.org/wiki>.
3. Cisco Networking Academy. Introduction to IoT Cisco 2022 [Електронний ресурс] – <https://1331758.netacad.com/courses/1012514>.
4. Голубнов А. Н. - "Розумний будинок" своїми руками – 2019.
5. Загальна інформація про «Розумний будинок» [Електронний ресурс] - https://www.smarthouse.ua/umnyj_dom.html.
6. Типи, принципи роботи «Розумного будинку» [Електронний ресурс] - <https://www.smarthouse.ua/umnyj-dom-plyusy-i-minusy.html>.
7. Ознайомлення з датчиком уловлювання газу, протікання води, Замок з відбитком пальця [Електронний ресурс] - <https://rozetka.com.ua>.
8. Комплекти для системи «Розумний будинок» [Електронний ресурс] - <https://vencon.ua/articles/rejting-sistem-umnyy-dom-po-proizvoditelyam>.
9. Датчики до системи «Розумний будинок» [Електронний ресурс] - <https://evse.com.ua>.
10. Петін В.В. створення «Розумного будинку» на базі Arduino – 2018.
11. Аксенов А.Н. - Cisco Packet Tracerh технології інформаційної системи – 2019.
12. Хома В. В. моделювання «Розумного будинку» в середовищі Cisco Packet Tracer – 2022.
13. Детальне ознайомлення з платою Arduino Uno R3 [Електронний ресурс] - <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>.
14. Ознайомлення з самою схемою Arduino Uno R3 [Електронний ресурс] - <http://wiki.amperka.ru/products:arduino-uno>.
15. Детальне ознайомлення з датчиком утічки води [Електронний ресурс] - <http://www.aosong.com/userfiles/files/media/Data%20Sheet%20АНТ21.pdf>.

ДОДАТОК

```
#include <SPI.h>

#include <Adafruit_AHTX0.h>
Adafruit_AHTX0 aht;

int buzzer = 2;

int redpin = 9;
int greenpin = 8;
int bluepin = 7;
#define COMMON_ANODE

float gas = A3;
float gas_value;

int rele = 3;

int temp_test = 0;

uint16_t max6675_read() {
  uint16_t d;
  digitalWrite(SS, LOW);
  d = SPI.transfer16(0);
  digitalWrite(SS, HIGH);
  return !(d & 4) ? d >> 3 : 40000;
}

void setColor(int red, int green, int blue){
```

```
#ifndef COMMON_ANODE
red = 255 - red;
green = 255 - green;
blue = 255 - blue;
#endif

analogWrite(redpin, red);
analogWrite(greenpin, green);
analogWrite(bluepin, blue);
}

void setup(void) {
  pinMode(redpin, OUTPUT);
  pinMode(greenpin, OUTPUT);
  pinMode(bluepin, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(gas, INPUT);
  pinMode(rele, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);

  if (! aht.begin()) {
    Serial.println("Could not find AHT? Check wiring");
    while (1) delay(10);
  }
  Serial.println("AHT10 or AHT20 found");

  SPI.begin();
  SPI.setClockDivider(SPI_CLOCK_DIV8);
}

void loop(void) {
```

```
Serial.print("Temp(max6675) = ");  
Serial.print(max6675_read() / 4.0);  
Serial.println(" C");
```

```
int temp = max6675_read() / 4.0;  
if (temp < 28){  
    setColor(0,0,250);  
} else if (temp < 32) {  
    setColor(0,250,0);  
} else if (temp > 32) {  
    setColor(250,0,0);  
}
```

```
if(temp <= 27){  
    temp_test = 1;  
} else if (temp >= 31){  
    temp_test = 0;  
}  
switch (temp_test){  
    case 0: digitalWrite(rele,LOW);  
        break;  
    case 1: digitalWrite(rele,HIGH);  
        break;  
}
```

```
sensors_event_t humidity, temperature;  
aht.getEvent(&humidity, &temperature);  
Serial.print("Humidity(AHT21B) = ");  
Serial.print(humidity.relative_humidity);  
Serial.println("% rH");
```

```
int humid = humidity.relative_humidity;
if (humid >= 85){
    tone(buzzer, 1000);
    delay(200);
    noTone(buzzer);
} else {
    noTone(buzzer);
}

gas_value = analogRead(gas);
Serial.print("Gas(MQ-5) = ");
Serial.print(gas_value);
Serial.println(" ppm");

if (gas_value >= 500){
    tone(buzzer, 1000);
} else {
    noTone(buzzer);
}

delay(5000);
}
```