

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра комп'ютерних систем та мережі

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МОДУЛЯМИ
РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ ARDUINO

Виконав: студент 2 курсу, групи КНТ-612м
спеціальності

123 Комп'ютерна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Спеціалізовані комп'ютерні системи

БУСОВ А.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ГОЛУБ Т.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент САМОЙЛИК С.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Комп'ютерних наук і технологій

Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

Ступінь вищої освіти магістерський

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) «Спеціалізовані комп'ютерні систем»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Кудерметов Р.К.

“12” листопада 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

БУСОВА Андрія Володимировича

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ
МОДУЛЯМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ ARDUINO

керівник проєкту (роботи) к.т.н., ГОЛУБ Тетяна Василівна

(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “24” жовтня 2023 року № 400

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) аналоги систем представлені на ринку,
кібербезпека, макетні схеми систем.

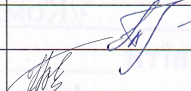
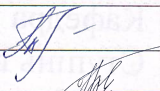
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Огляд аналогів;

2) Розробка апаратної частини;

3) Програмна реалізація системи та результати розробки

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

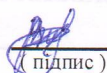
Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	ГОЛУБ Т.В., доцент		
нормоконтроль	ЩЕРБАК Н.В., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 01.10.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

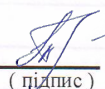
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Знайомство з готовими системами «Розумний будинок» представленими на ринку	15.10.2023 р.	
2	Розробка функціоналу системи керування розумним будинком	20.10.2023 р.	
3	Вибір елементів для побудови системи	24.10.2023 р.	
4	Розробка структурної, макетної та принципової схем	25.10.2023 р.	
5	Програмування мікроконтроллера	06.11.2023 р.	
6	Оформлення ПЗ	27.11.2023 р.	

Студент


(підпис)Андрій БУСОВ

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)Тетяна ГОЛУБ

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 77 с., 17 рис., 2 табл., 13 джерел.

ARDUINO, FRITZING, IDE, ІНТЕРФЕЙС, МАКЕТНА ПЛАТА,
ПРИНЦИПОВА СХЕМА, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мета проєкту – розробити систему керування «Розумний будинок» на основі мікроконтролера Arduino.

Об’єкт розробки – система керування «Розумний будинок» для житлового приміщення.

Предмет розробки – система керування «Розумним будинком» на основі мікроконтролера Arduino.

У першому розділі дипломного проєкту розглянуті рішення систем «Розумний будинок», представлені на ринку.

У другому розділі було оглянуто використане обладнання для реалізації проєкту, а саме мікроконтролери, датчики та актуатори. Розроблено структурну, макетну та принципову схеми.

У третьому розділі приведено код для завантаження у плату Arduino, а також IDE для компіляції цього коду та описано результати розробки проєкту.

ABSTRACT

Explanatory note to the master's work: 77 p., 17 figures, 2 tables, 13 sources.

ARDUINO, FRITZING, IDE, INTERFACE, DEVELOPMENT BOARD,
PRINCIPAL DIAGRAM, SOFTWARE

The goal of the project is to develop a "Smart House" control system based on the Arduino microcontroller.

The object of development is the "Smart House" control system for motorhomes.

The subject of development is the "Smart House" control system based on the Arduino microcontroller.

In the first section of the diploma project are considered solutions of the "Smart House" systems are presented on the market.

In the second section are considered equipment used for the implementation of the projec, namely microcontrollers, sensors and actuators. Have been developed principle diagram and development board.

In the third section are developed code of the project to upload to Arduino board also considered IDE for compiling this code and described results of the project development.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Огляд аналогів	9
1.1 Система «розумний будинок».....	9
1.1.1 Переваги технології	17
1.1.2. Недоліки системи	17
1.2 Набори розумних будинків	18
1.2.1 Різновиди розумних будинків.....	18
1.2.2 Готові рішення розумних будинків.....	20
1.2.3 Розробка індивідуальної системи на базі arduino	24
1.3 Безпека системи.....	25
1.4 Порівняння систем «розумний будинок»	27
2 Розробка апаратної частини	29
2.1 Вибір плати керування системою «розумний будинок».....	30
2.1.1 Опис плати arduino nano	31
2.1.2 Плата arduino uno.....	34
2.1.3 Плата arduino mega.....	36
2.2 Вибір датчиків системи «розумний будинок»	37
2.2.1 Датчик температури.....	38
2.2.2 Датчик руху.....	43
2.2.3 Датчик дощу, снігу, вологості	46
2.2.4 Датчики газу та диму	48
2.2.5 Датчики відкриття вікон та дверей.....	50
2.2.6 Датчик рівня води.....	52
2.2.7 Актуатори.....	53
2.2.8 ЖК-дисплей lcd 2004	54
2.3 Структурна схема системи «розумний будинок»	56
2.4 Макетна схема системи «розумний будинок»	57

2.5 Принципова схема системи «розумний будинок»	59
3 Програмна реалізація системи та результати розробки	61
3.1 Програмування контролера arduino.....	62
3.1.1 Підключення датчику диму.....	62
3.1.2 Підключення датчику руху	64
3.1.3 Підключення датчику температури.....	65
3.1.4 Підключення датчику вологості	66
3.1.5 Підключення дисплею	67
3.1.6 Підключення датчика відкриття дверей	69
3.1.7 Підключення актуатора	70
3.2 Розроблена система «розумний будинок».....	71
3.3 Розширення можливостей системи	72
3.3.1 Бездротова реалізація системи «розумний будинок».....	72
3.3.2 Резервування системи «розумний будинок»	74
Висновки	76
Перелік джерел посилання	77

ВСТУП

В наш час все більшого розповсюдження набирає автоматизація побутових процесів таких, як прибирання, регулювання температури, вологості повітря, керування освітленням. Також важливим питанням є захищеність будівлі. Тут користувачам допомагають системи «Розумний будинок», які представлені на ринку відомими компаніями-виробниками.

Розумний будинок - система домашніх пристроїв, здатних виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини. В ньому функціонально пов'язуються між собою усі електроприлади будівлі, якими можна керувати централізовано - з пульта-дисплею.

Прилади можуть бути під'єднані до комп'ютерної мережі, що дозволяє керувати ними за допомогою ПК та надає віддалений доступ до них через Інтернет. Завдяки інтеграції інформаційних технологій у домашні умови, усі системи та прилади узгоджують виконання функцій між собою, порівнюючи задані програми та зовнішні показники.

Такі системи набирають широку популярність серед великої кількості користувачів, оскільки технології стають доступнішими як у фінансовому плані, так і у плані можливості підібрати саме таку систему, яка потрібна користувачу, або взагалі зібрати її самостійно з потрібних датчиків в залежності від потреб конкретного користувача.

На сучасному ринку існує велика кількість рішень, але вони характеризуються високою вартістю системи, складністю монтажу та налаштування.

Окрім цього не усі системи мають відкриту архітектуру, тому до них не можна під'єднати датчики від інших виробників.

У цьому дипломному проєкті розглянуто проектування системи «Розумний будинок» для автодому на основі плати мікроконтролера Arduino.

1 ОГЛЯД АНАЛОГІВ

1.1 Система «розумний будинок»

Першим кроком на шляху до домашньої автоматизації став власне винахід перших побутових приладів, які використовували електрику для виконання простих завдань з приготування їжі: пилосос, тостер, домашній холодильник, посудомийна машина, праска з регульованою температурою, пральна машина, сушильна машина, мікрохвильова піч, електрична кавоварка.

Перші спроби автоматизації будинків з'явилися у середині двадцятого століття. Спочатку такі спроби автоматизації виглядали як футуристичні експерименти винахідників і не одразу набули практичного застосування.

Найбільшого розголосу отримали «Будинок з кнопками» американського інженера Еміля Матіаса, у цьому будинку кнопки автоматизували основні побутові завдання та комп'ютер Echo IV американського інженера Джеймса Сазерленда, що міг здійснювати керування роботою кліматичної техніки, що була встановлена в домі, керувати деякими приладами та роздруковувати списки покупок, у 1975 році шотландська Pico Electronics розробила перший стандарт для керування пристроями домашньої автоматизації під назвою X10.

Розроблена система давала можливість керувати приладами, освітленням та передавала дані про стан приладів. Для керування використовувалися спеціально розроблені пульти та комп'ютерний інтерфейс. Для передачі сигналів використовували електричну мережу. Також розробники передбачили бездротового керування частотою 433 МГц (у США – 310 МГц).

У 1999 році компанії, які виробляли пристрої на трьох європейських стандартах, домовилися про об'єднання та створення єдиного протоколу KNX, який був представлений у 2002 році та став відкритим.

Переворот у технологіях домашньої автоматизації стався у 2010-х, поштовхом до нього стала поява iPhone та інших смартфонів. На ринку домашньої автоматизації з'явилися відразу кілька проривних розробок, за якими

пішли сотні нових пристроїв. У 2010 році Dropcam представила недорогу (200 доларів) камеру відеоспостереження із сучасним дизайном, онлайн-доступом до відео зі смартфона та можливістю зберігати записи у хмарі. У 2011 році компанія Nest представила програмований термостат, покликаний вирішити проблеми попередніх: вони були надто складними, і користувачі були не в змозі налаштувати їх так, як хотіли, і економити енергію. На відміну від них, термостат Nest був самонавчальним, а крім того, давав можливість керування зі смартфона, у 2014 році обидві компанії купила Google.

У 2012 році компанія Philips представила розумну систему домашнього освітлення, побудовану на основі ламп з можливістю регулювання спектру та яскравості освітлення Philips HUE. У кожную лампу вбудовано окремий мікроконтролер, що використовує інтерфейс ZigBee.

У тому ж 2012 році компанія SmartThings представила свою проривну систему автоматизації домашніх приладів, що підтримувала велику кількість пристроїв та додатків від інших розробників. Коштувала їх система набагато дешевше ніж її аналоги. Компанію придбала Samsung у 2014 році.

Першу «розумну колонку» випустила компанія Amazon, їх колонка має назву Amazon Echo з можливістю керування голосом. Колонка дозволяла керувати приладами. У 2016 році компанія Google випустила свій аналог «розумної колонки» Google Home, з вбудованим голосовим помічником Google Assistant.

Розумний будинок – система об'єднаних домашніх приладів, що можуть автоматизовано вирішувати певні завдання навіть без втручання у їх роботу господаря оселі.

Домашня автоматизація в сучасних умовах - надзвичайно гнучка система, яку користувач конструює та налаштовує самостійно залежно від потреб. Це передбачає, що кожен власник розумного будинку самостійно визначає, які пристрої куди встановити та які завдання вони виконуватимуть.

Найбільш популярні та поширені автоматизовані дії у системах «розумний будинок» - це керування освітленням будівлі, регулювання роботи кондиціонеру

та обігрівачів, відслідковування та відправка повідомлень у разі протікання труб водопостачання чи задимлення.

Домашня автоматизація розглядається як окремий вид інтернету речей, вона включає доступні через інтернет домашні пристрої, в той час як інтернет речей включає будь-які пов'язані через інтернет пристрої в принципі.

Щоб керувати функціями які має система вона повинна бути забезпечена такими компонентами, як: датчики, блок керування, основний контролер, необхідні виконавчі прилади. Датчики виконують функцію збору інформації з навколишнього середовища та надсилають її до центрального контролеру, який в свою чергу обробляє ці дані і на основі отриманої інформації здійснює прийняття рішення для виконання функцій. Після вище перерахованих кроків блок керування виконує розшифровку коду і відправляє команди, які потрібно виконати на потрібне обладнання.

Специфіка роботи старт-будинку полягає в тому що користувачу не потрібно витрачати свій час на виконання певних побутових завдань. Така система піднімає рівень комфорту житла.

Для того, щоб розібратися що собою являє розумний будинок потрібно розглянути принцип його дії.

Функціонування розумного будинку базується на використанні протоколів, яких існує безліч.

Протокол - це мережа, завдяки якій відбувається об'єднання всіх девайсів в одну систему та обмін інформацією. Враховуючи статистику, протоколами, що найбільш використовуються, є KNX і Modbus. Дані мережі здатні керувати великою кількістю пристроїв, також мають широкий функціонал і відрізняються простотою у використанні.

Для того, щоб розуміти як працює розумний будинок, потрібно розглянути методи керування ним:

- використання центрального контролера у вигляді планшета, на якому можна контролювати виконання завдань у кожній зоні;

- застосування програмного забезпечення, яке можна встановити на будь-який смартфон, щоб керувати функціями дистанційно;
- обмежений доступ (часто використовується для дітей), принцип роботи якого ґрунтується на контролі параметрів лише у певній зоні (наприклад, у дитячій кімнаті).

Елементом, без якого розумний будинок не буде функціонувати є центр керування. Такий центр керування підтримує зв'язок з іншими пристроями, та передає інформацію, отриману з цих пристроїв у мобільний додаток, який користувач використовує для керування системою.[1]

До центру керування розумним будинком, як правило, можна підключити дуже багато пристроїв, нерідко ліміт досягає трицифрових чисел.

Основні елементи розумного дому:

- система клімат-контроль - керування теплою підлогою, освітленням, опаленням;
- система безпеки - керування сигналізацією, датчиками відкриття та руху;
- системи відеоспостереження, що передають те, що відбувається на комп'ютер користувача чи смартфон;
- система освітлення - увімкнення/вимкнення світла, зміна яскравості та кольору освітлення залежно від побажань користувача.

У будинках часто окрім встановлення звичайних світильників використовують розумні лампочки, світлодіодні RGB стрічки та лампи, керування ними зручніше коли для цього використовується єдиний прилад, який координує роботу усього освітлення в оселі.

Можна скористатися готовими варіантами освітлення, а також налаштувати власні, що максимально підходять для різних життєвих ситуацій.

Керування освітленням в розумному будинку використовується для підвищення рівня комфорту користувача. Завдяки цій системі користувачі можуть за бажанням обирати режими освітлення під свої потреби. Також можна налаштовувати алгоритми увімкнення/вимкнення світла, наприклад з урахуванням режиму дня. Окремо слід виділити що така система здатна імітувати

перебування людини в приміщенні за її відсутності, вмикаючи та вимикаючи освітлення в різних кімнатах в різний час доби, що може ввести в оману потенційного зломисника, це підвищує безпеку такої будівлі.

- система керування мультимедіа - вимикати телевізор у заданий час, перемикаючи композиції на аудіо програвачі за допомогою голосового помічника;

- розумне керування побутовою технікою - запрограмувати прання на певний час, увімкнути кавоварку о 10 ранку і т.д.

У будівлі ця техніка здатна здійснювати контроль у різних аспектах.

Керування опаленням

Керування опаленням дає можливість налаштувати температуру в приміщенні, завдяки чому зменшуються витрати на електроенергію та газ, крім цього забезпечується потрібний мікроклімат.

Для аналізування температури у приміщеннях встановлюються термодатчики, які керуються модулем системи «розумний будинок». Використання декількох датчиків у різних кімнатах дає можливість налаштувати різні кліматичні зони.

Кондиціонування та вентиляція.

Ця система використовується для керування циркуляцією повітря в приміщенні, причому для кожної кімнати окремо, оскільки для ванної кімнати або туалету потрібна активніша вентиляція повітря. А для вітальні чи спальної кімнати більш пріоритетне кондиціонування повітря та підтримка виставлених параметрів температури та вологості.

Мультимедіа в оселі.

Функція цінується господарями, які люблять слухати музику, при цьому активно переміщаючись по будинку або квартирі. Налаштування цієї системи дозволяє відслідковувати переміщення користувача в оселі та вмикає музику в тій кімнаті де знаходиться користувач, окрім цього можна встановити час, коли недоступний вихід у мережу або користування телевізором, це корисно для батьків, які хочуть обмежити доступ до перегляду телевізору у певний час для своєї дитини.

Також система «Мультирум» вміє читати вхідну пошту, відповідати на дзвінки, зачитувати повідомлення з автовідповідача та багато іншого.

Безпека будівлі.

Безпека будівлі забезпечується встановлення датчиків руху та контролю доступу, які захистять від проникнення небажаних осіб.

Для доступу до житла використовуються спеціальні магнітні ключі або перепустки, використовуючи які можна вільно входити до будівлі.

Такий контролер також відправляє повідомлення на телефон, коли наприклад дитина повернулася додому.

Контроль безпеки.

Безпека для власників будинку та їх систем керування кліматом забезпечується облаштуванням функцій безпеки, для яких потрібні таймери, сенсори та датчики, які контролюватимуть різні системи розумного будинку.

Водопостачання.

Для відслідковуванні протікання води у будинку встановлюються датчики, які у разі протікання надсилають сигнал на головний контролер, який перекриє подачу води, для уникання затоплення.

Система пожежної безпеки.

Щоб уникнути пожежі в будівлі, передбачені датчики диму та газу, які відслідковують кількість домішок у повітрі та взаємодіють з автоматичною системою пожежогасіння.

Система охорони.

Якщо у будівлю незаконно проникнуть зловмисники спрацює система безпеки, яка включає сигналізацію, при цьому власники та охоронна служба, яка обслуговує будівлю отримують оповіщення про незаконне проникнення. Використовуючи відео спостереження власник зможе через встановлені камери дистанційно спостерігати за територією будівлі.

Електропостачання та газопостачання.

Оповіщення про небезпеку замикання або протікання.

Для забезпечення контролю за витоками газу, загорянням, задимленням або протіканням труб водопостачання в системі «розумний будинок» використовуються спеціальні датчики. Особливістю цієї системи є те, що можна запрограмувати її реагувати, наприклад на протікання труб водопостачання перекриваючи подачу води. Таким чином не допускаючи негативних наслідків від таких протікань.

Контроль побутових пристроїв.

Система розумний будинок у своєму функціоналі має можливість контролювати побутовими приладами. До таких приладів належать холодильники, пилососи, пральні машини, обігрівачі, духовки або музичні колонки.

Використання розумних приладів заощаджує час користувачів, оскільки дозволяє дистанційно керувати технікою через додаток встановлений на смартфоні.

Використовуючи розумний чайник користувач може здійснювати дистанційне керування ним для того, щоб нагрівати воду до того як він прийде на кухню, також можна переглянути температуру рідини у чайнику.

Після того, як пральна машина завершила прання, пристрій надасть не тільки звуковий сигнал, а ще й відправить повідомлення на телефон, завдяки чому господар не забуде про свої речі.

Смарт-пилососи будуть самостійно прибирати будівлю, що забезпечить чистоту, а користувач зможе приділити більше часу своїм справам, оскільки на побутові завдання потрібно менше часу.

Обслуговування території.

Використання системи «розумний будинок» дозволяє керувати пристроями не лише всередині будинку, а ще й на прибудинковій ділянці. До таких функцій догляду за двором відносяться наступні:

- налаштування автоматичного поливу газону, яке передбачає дистанційне керування інтенсивністю розпилення для поливу дивлячись на вологість ґрунту, температуру повітря;

- здійснення керування воротами. Ця функція дозволяє організувати автоматичне відкриття воріт за допомогою датчиків руху, або просто віддалено відкривати/закривати ворота, а також можна налаштувати закриття воріт після вказаного часу.

- функція сніготанення. Для уникнення утворення бурульок та для того, щоб розтопити сніг на вуличних доріжках можна включити підігрів самих доріжок та даху будівлі.

Керування системою «Розумний будинок» здійснюється через додаток який потрібно завантажити та встановити на смартфон чи планшет. Побутові прилади для підключення використовують Wi-Fi, та за допомогою нього передають сигнали на мобільний телефон.

Наприклад використання розумних розеток дає можливість вмикати та вимикати прилади ще на підході до будинку.

Система «Розумний будинок» здійснює контроль за роботою кожного пристрою, який до неї підключений. Розумні будинки розробляються за допомогою професійного програмування та проектування компаніями, що займаються розробкою проектів розумний будинок.

Такі системи мають особливість, що полягає у можливості за допомогою пульта дистанційного керування, натискаючи одну кнопку створити певну обстановку.

Електронні прилади, що використовуються у розумному домі, при бажанні користувача можуть бути об'єднані у домашню мережу під назвою Universal Plug n Play.

При чому, система мульти-рум проводить аналіз навколишньої ситуації та параметрів усередині приміщення, та робить власні висновки на основі отриманої інформації для того, щоб виконати команди користувача, які були задані за допомогою відповідних налаштувань.

1.1.1 Переваги технології

Розумні будинки дозволяють максимально оптимізувати, спростити та автоматизувати життя користувача. Варто виділити такі основні переваги систем старт-будинків:

- можливість дистанційного вмикання/вимикання техніки. Для роботи зі смарт-приладом виробники розумної техніки створюють спеціальні програми, що дозволяють здійснювати таке керування;
- голосове керування;
- автоматичне оновлення. Завдяки встановленню у смарт-пристрої модулю Wi-Fi, ці пристрої можуть автоматично виконувати оновлення, без втручання господарів;
- попередження надзвичайних ситуацій. У разі пожежі, витоку газу або води система швидко реагує та надсилає повідомлення на телефон.

1.1.2. Недоліки системи

З основних недоліків систем «Розумний будинок» можна виділити досить високу вартість обладнання та датчиків, особливо неприємно якщо така техніка виходить з ладу.

Складність монтажу теж відноситься до мінусів системи. Не маючи потрібного досвіду, електрики та ремонтники можуть допустити помилки при монтажі. Усі елементи у системі взаємопов'язані, тому потрібно щоб уся система працювала чітко і злагоджено.

Деякі елементи розумного будинку повинні бути встановлені ще на етапі проектування квартири, наприклад такі, як закладка кабелів комунікації, встановлення клімат-контролю та розумного освітлення.

1.2 Набори розумних будинків

Зараз у вільному доступі представлені багато готових рішень від різних виробників, які пропонують вам широкий вибір різних розумних пристроїв та технологій, які можуть допомогти зробити будинок більш енергоефективним та зручним для життя.

Такі системи мають різні характеристики та особливості, нижче буде описано різновиди розумних будинків та їх плюси і мінуси.

1.2.1 Різновиди розумних будинків

Розумні будинки можна поділити на такі умовні різновиди:

По універсальності:

- вузькопрофільні - системи, які спеціалізуються на застосуванні у певних галузях, наприклад забезпечення безпеки підприємства або керування освітленням у житлових приміщеннях;
- широко профільні – системи за допомогою яких можна здійснювати керування більшістю вищезазначених функцій;

Системи вузького призначення частіше застосовуються у професійному середовищі, на відміну від систем широкого профілю, які більше підходять для рішення побутових потреб.

За типом передачі даних:

- дротові системи. Характеризуються з'єднанням основних компонентів за допомогою дротів;
- бездротові системи. Компоненти таких систем передають інформацію через радіосигнали.

Системи, які використовують дротовий тип зв'язку більш надійні і коректні в роботі, оскільки забезпечують передачу сигналів майже без затримки та більш безпечні через захищеність від втрати даних.

Основним мінусом дротових систем є монтаж таких систем, оскільки для них потрібна прокладка кабелів, що ускладнюється у приміщеннях, де вже виконано ремонтні роботи.

Бездротові системи в свою ергу більш прості в монтажі, оновлені та модифікації. Високу популярність застосування подібні рішення отримали через те, що сучасні технології такої передачі даних стають більш захищеними, стабільними в роботі та енергоефективними.

Серед найбільш часто використовуваних стандартів бездротового зв'язку окрім найпопулярніших Bluetooth та Wi-Fi вважаються ZigBee та Z-Wave. Останні два протоколи вигідно виділяються своїми перевагами при використанні у розумних будинках:

- можливість встановлювати прямий зв'язок між вузлами системи, не використовуючи хаб;
- низьке енергоспоживання;
- мінімальні затримки при передачі даних;
- стабільність роботи при використанні в системі великої кількості приладів (до 1000 елементів);
- недорогі модулі застосовується насамперед до ZigBee.

Протоколи бездротового зв'язку ZigBee та Z-Wave спочатку роздроблялись для того, щоб вирішити проблему несумісності пристроїв від різних виробників. На практиці ще досягти єдності між пристроями поки не досягнуто. Використання спеціальних хабів частково вирішує цю проблему, оскільки дозволяють об'єднувати в одну екосистему прилади розумного дому, які працюють на різні протоколах, як ZigBee, Z-Wave, Bluetooth та Wi-Fi. Якщо не використовувати такі мости доведеться збирати систему, компоненти якої працюють на однаковому стандарті зв'язку.

За типом керування системи поділяються на:

- централізовані - керуються єдиною системою керування;
- децентралізовані - характеризуються незалежними один від одного підсистемами;

Застосування децентралізованої системи вважається більш надійним, оскільки мають вищу відмовостійкість (якщо вийде з ладу один важливий компонент системи, система продовжить працювати). Такі рішення вважаються виправданим кроком при застосуванні у підсистемах, які забезпечують безпеку будівлі.

По використовуваних протоколах:

- системи на основі відкритих протоколів. Використання відкритих протоколів дає можливість створювати пристрої для таких систем різним виробникам, що розширює функціонал і універсальність системи, але може бути менш захищеною від крадіжки даних користувача.

- закриті систем. Розумні будинки з такими системами керування можуть використовувати тільки ті прилади, які передбачені виробником, такі системи більш захищені від витоку даних.

Використання системи з відкритими протоколами відрізняються можливістю використовувати велику кількість приладів від різних виробників на відміну від закритих систем. Але рішення у користь останніх мають менше проблем з сумісністю, і за якість приладів відповідає безпосередній виробник системи.

У сучасних варіантах побудови розумних будинків вважаються системи з акцентом на бездротові, широкопрофільні, централізовані екосистеми з використанням відкритих протоколів.

Вийнятком є вузькоспеціалізовані закриті рішення, які затребовані у сферах забезпечення безпеки на підприємствах та будівлях.

1.2.2 Готові рішення розумних будинків

Amazon Alexa

Поштовхом у розвитку бездротових систем вважається випуск розумної портативної колонки Amazon Echo у 2014 році. Ця колонка стала першою портативною аудіотехнікою, що окрім можливості відтворення музики користувача дозволяє управляти «розумними» приладами, які встановлені у домі, а також обладнана голосовим помічником.

На ринку представлене різноманіття пристроїв, які мають підтримку Amazon Alexa, оскільки екосистема позиціонується відкритою.

З нею сумісні розумні розетки Belkin, відеокамери і термостати Nest, лампочки Philips Hue і TP-Link, вимикачі Ecobee, детектори руху і навіть автомобілі Ford і BMW Mini.

Центральним хабом, який здійснює керування системою виступає дебютна версія колонки Echo, а також її офіційні оновлення та модифікації, окрім них також аналоги від інших виробників, які мають підтримку Amazon Alexa.

Керувати системою найзручніше керуючи голосом, а для зв'язку з іншими приладами використовуються такі протоколи як Bluetooth та Wi-Fi. Використовуючи мобільний додаток для Android або iOS можна просто налаштувати потрібні користувачу елементи. Завдяки цьому «Розумний будинок», побудований з Alexa один з найпопулярніших у світі.

У США має більше можливостей, наприклад дає можливість викликати таксі, купити квитки або замовити піцу. У нашій країні цими сервісними функціями скористатись за допомогою колонки поки що не можна, а також перешкодою у використанні цієї екосистеми є підтримка тільки англійської мови.

Google Home

Компанія Google у 2016 році представила свою розумну колонку під назвою Google Home, яка має підтримку голосового помічника Google Assistant, ща допомогою якого можна керувати голосом приладами розумного будинку. Колонка випускалась як конкурент Alexa.

Для мобільного додатку Google Home у 2018 році випустили оновлення, яке дало можливість керувати приладами, що підключені до асистента пристроями від сторонніх виробників, при чому необов'язково використовувати розумну колонку. Якщо користувач все ж хоче використовувати єдиний хаб, для цього можна використовувати не тільки колонки, а і медіаплеєри Chromecast, розумні дисплеї Google та інші.

Використовуючи додаток можна легко додавати велику кількість смарт-пристроїв від інших виробників.

Мінусами Google Home можна вважати затримки (1-2 сек.) на виконання команд, які відправлені розумним приладам з мобільного додатку, а також не такі широкі можливості керування, порівняно з Alexa або аналогами від інших виробників «розумних будинків».

Apple HomeKit

Компанія Apple випустила систему керування смарт домом однією з перших (у 2014 році). Спочатку їх система позиціонувалася як закрита, тобто для того щоб прилади від сторонніх виробників розпізнавалися і їх можна було додати до екосистеми, такі пристрої повинні пройти сертифікацію Apple. Таке рішення сильно вплинуло на кількість пристроїв, що підтримувались обмеживши їх. У 2016 році компанією Apple було спрощено процес сертифікації, що дало HomeKit поштовх до подальшого розвитку технології. Але проходження сертифікації не відмінили, що забезпечує не допуск низькоякісних продуктів.

Щоб керувати розумним домом достатньо додатку «Home» який можна встановити на смартфон. Цей додаток дозволяє швидко підключати пристрої та використовуючи інтерфейс iOS пристроїв налаштувати роботу та різні сценарії їх використання.

В якості помічника в управлінні пропонується Siri - перший глобальний голосовий сервіс, який отримав підтримку російської мови. Система працює чітко, пропонує великий вибір голосових команд і вкрай рідко помиляється з їх розпізнаванням.

У якості центрального хаба для керування системою HomeKit віддалено можна використовувати iPad, медіаплеєр Apple TV або розумна колонка Apple HomePod.

З мінусів Apple HomeKit можна виділити невелику кількість пристроїв, сумісних з екосистемою у порівнянні з конкурентами, а також їх досить високу вартість. Вирішити питання з сумісними пристроями дозволяє використання сумісних мостів, які дозволяють до HomeKit підключити наприклад відносно недорогі актуатори та датчики від Xiaomi та інших виробників.

Xiaomi Smart Home

Компанія Xiaomi також активно розвиває свою екосистему керування смарт-домом. Їх система використовує відкриті протоколи, що дозволяє активно розширювати список підтримуваних пристроїв, також цьому сприяє і принцип, який використовує у роботі виробник, співпрацюючи з великою кількістю суббрендів.

Для того, щоб максимально доповнювати екосистему можна використовувати фірмовий шлюз Xiaomi Gateway, за допомогою якого можна під'єднувати пристрої будь-яких виробників, які підтримують протокол Zigbee, серед таких пристроїв захисні датчики, замки, реле, вимикачі і інші.

Також можна додавати пристрої до складу системи без використання фірмового шлюзу за допомогою Wi-Fi.

Для Smart Home випускається техніка під різними брендами, серед яких Xiaomi, Aqara, Mijia, Yeelight і т.д., це різноманіття може злегка заплутати користувача, який хоче побудувати собі систему «розумний будинок» на основі Xiaomi Smart Home, але більшість з суббрендів мають демократичну вартість.

Щоб не збирати самостійно систему з нуля можна придбати готовий комплект сигналізації Xiaomi Mi Smart Home, у який входить шлюз, набір датчиків, розумна розетка і універсальна кнопка. Також такий набір можна легко доповнювати іншими розумними приладами.

Щоб керувати розумним домом можна використовувати додаток для смартфонів Mi Home. Для різних пристроїв у додатку передбачено свої плагіни або вікна керування. Також є і голосовий помічник, який поки що працює тільки на китайській мові. Це можна віднести до мінусів системи Xiaomi, їх додатки та плагіни повністю локалізовані тільки на англійську мову, використовуючи інші версії можна зустріти китайську мову.

Ajax

Ця система має закриту бездротову екосистему, орієнтовану на безпеку будинку. Створена командою українських розробників, має бездоганну локалізацію, зручний і зрозумілий додаток Ajax Security System та його веб-версію.

Система пройшла сертифікацію EN 50131 і відповідає класу Grade 2: здатна протистояти вмілим зловмисникам зі спеціальним обладнанням, захищає вікна, двері та інші шляхи вторгнення, підходить для житла і офісів. У 2017 році Ajax отримала нагороду «охоронна система року» в рамках Security & Fire Excellence Awards.

Будується система на базі хаба Ajax Hub, або якщо потрібна підтримка більшої кількості каналів зв'язку - його просунутої версії Ajax Hub Plus.

До них підключаються фірмові бездротові датчики захисту від вторгнення (руху, розбиття скла, відкриття дверей і вікон, у тому числі вуличні), виявлення затоплення, димо-теплові сенсори (протипожежна безпека), сирени і пульти керування.

Для розширення системи можна додати розумні розетки та реле, що дає можливість керувати розумними пристроями дистанційно та розширює функціонал, та додає автоматизації.

У додатку Ajax є можливість переглядати відео з камер та відеореєстраторів. При покупці спеціальних модулів інтеграції, в систему можна додати датчики від інших виробників.

Виробник пропонує готові стартові набори Ajax StarterKit та StarterKit Plus, щоб користувач не збирав систему «з нуля».

Перевагами системи можна віднести автономність роботи до 15 годин, підключення одночасно до 100 - 150 пристроїв та можливість керувати сигналізацією декільком користувачам (до 50 облікових записів). Заявлено, що датчики можуть працювати до 7 років без зміни батарейок, та мають захист від втрати зв'язку та глушіння сигналу. [2]

1.2.3 Розробка індивідуальної системи на базі Arduino

При створенні системи «Розумний будинок» можна поєднувати елементи різних екосистем, які мають відкриті архітектури. Таким чином поєднання різних відкритих рішень або розширюючи можливості закритих систем за допомогою спеціальних мостів і шлюзів, можна спроектувати систему, яка буде поєднувати в

собі переваги різних систем, наприклад широкий асортимент різноманітних датчиків та голосового помічника.

Такий варіант підійде користувачам, які досконало вивчили принципи роботи та функціонування системи, на основі якої будуть проводити розробку індивідуальної, що допоможе знизити ризики замість комфорту отримати додаткові витрати.

Проте може виникнути ситуація, коли необхідно розробити унікальну систему з особливими вимогами. До таких вимог можуть належати підвищений рівень захисту від стороннього доступу для покращення безпеки об'єкту, лімітований рівень витрат енергії для забезпечення більшої автономності та інші.

В такому випадку стає доцільною розробка власної системи «розумного будинку» на основі мікроконтролерів Arduino, яку можна налаштувати під потрібні критерії конкретного користувача.

Така система буде мати суттєво нижчу вартість у порівнянні з іншими системами, але щоб її налаштувати потрібно витратити більше часу.

Розробка систем на базі мікроконтролерів Arduino дуже є популярною і у відкритому доступі можна знайти багато готових рішень/

1.3 Безпека системи

Кожен електронний пристрій у будинку, від побутової техніки до розумних лічильників та дверних дзвінків, утворює особистий Інтернет речей (IoT). Великі провайдери збирають дані, обмінюють їх чи продають іншим – це очікуваний результат. Тим не менш, зберігається ряд проблем безпеки, що дозволяють хакерам створити ваш профіль IoT, щоб бачити, коли ви вдома, які цінності у вас можуть бути і таке інше. Інакше кажучи, у зловмисників може бути можливість отримати доступ до інформації з датчиків.

«Міжнародні дослідники терміново попереджають про проблеми безпеки та конфіденційності, які ховаються в «розумних» будинках. Дослідники під керівництвом IMDEA Networks та Північно-Східного університету виявили безліч загроз безпеці та конфіденційності, що створюються взаємодією у локальній мережі пристроїв Інтернету речей (IoT) та мобільних додатків.

Кожна велика побутова техніка у вашому будинку оснащена карткою Wi-Fi (холодильники, кондиціонери, телевізори, пральні машини, сушарки та інтелектуальні лічильники). Оскільки програмне забезпечення або прошивка більшості цих пристроїв ніколи не оновлюються, вони є вразливими для хакерів».

Ми живемо у все більш взаємопов'язаному світі. Наше життя, здається, обертається навколо Інтернету, тому, можливо, не має бути сюрпризом, що ми намагаємось підключити якнайбільше аспектів нашого життя до мережі. Концепція проста: якщо ми підключимо все в нашому домі до Інтернету, від побутової техніки та систем освітлення до дверних замків та клімат-контролю, ми зможемо керувати всіма ними віддалено, роблячи наше життя простішим.

Одним із найпопулярніших предметів, що використовуються в розумному будинку, є інтелектуальний термостат. Компанія Nest, яка була придбана Google, виготовляє пристрої, які допомагають контролювати температуру вашого будинку. Інтелектуальні термостати є головною проблемою безпеки, що полягає в тому, з якою легкістю хакери можуть отримати доступ.

Нещодавня демонстрація показала, що один експерт зламав термостат Nest лише за 15 секунд. На перший погляд, ви можете подумати, що зламаний термостат може бути не такою вже великою справою, але пристрій збирає інформацію про всіх, хто живе в будинку. Розумні термостати, такі як Nest, знають, коли хтось удома, які його розклади, коли мешканці сплять, і якій температурі вони віддають перевагу.

Смарт-телевізори, безумовно, є зручним пристроєм, але якщо хакери матимуть доступ до нього, ви можете зіткнутися з неприємностями. Багато розумних телевізорів поставляються з камерою. Кібер-зловмисники, які зламали пристрій, можуть використовувати цю камеру, щоб шпигувати за користувачем.

Системи домашнього зв'язку можуть включати все, від пристроїв відеоконференцій до комп'ютерів і принтерів. За допомогою цих пристроїв люди можуть спілкуватися з іншими пристроями та іншими людьми за межами свого будинку. Хакери можуть вкрати цінну інформацію за допомогою пасивних атак або атак, які отримують несанкціонований доступ без фактичної зміни будь-яких даних або коду. Це може включати прослуховування телефонних розмов, моніторинг повідомлень електронної пошти та спостереження за тим, як люди взаємодіють зі своїми пристроями.

Проект, розроблений на базі Arduino, захищений від несанкціонованого доступу з мережі інтернет, оскільки не має прямого доступу.

Центром керування такої системи є мікроконтроллер який працює та взаємодіє з датчиками автономно. Для того щоб отримати доступ до керування такою системою потрібно змінювати прошивку плати Arduino.

1.4 Порівняння систем «розумний будинок»

Системи розумних будинків набрали досить великої популярності, тому є актуальною задача аналізу їх видів, переваг та недоліків, щоб користувачі могли обрати під свої конкретні потреби комплекти систем або навіть зібрати їх самостійно.

Результати порівняння існуючих систем для побудови «Розумного будинку» наведені у таблиці 1.1.

Критерій «вартість» відображає відносний параметр, що характеризує дане значення у порівнянні з іншими варіантами побудови систем «Розумний будинок».

В рамках даної роботи висувається вимога створити систему розумного будинку з наступними характеристиками:

- відкриті протоколи передавання даних;

- підтримка використання пристроїв різних виробників,
- підтримка дистанційного керування;
- мінімальна вартість порівняно з іншими виробниками систем «розумний будинок».

Таблиця 1.1 - Порівняння систем «розумний будинок»

Параметр	Amazon Alexa	Google Home	Apple HomeKit	Xiaomi Smart Home	Ajax	Мікроконтролери /Arduino...
По універсальності	Широкопрофільні	Широкопрофільні	Вузького профілю	Широкопрофільні	Вузького профілю	Широкопрофільні
За способом передачі даних	Бездротова	Бездротова	Бездротова	Бездротова / дротова	Бездротова / дротова	Бездротова / дротова
Стандарти зв'язку	WIFI/Bluetooth	WIFI/Bluetooth	WIFI/Bluetooth	WIFI/Zigbee	WIFI/Zigbee	Дротове з'єднання
За типом керування	Централізовані	Децентралізовані	Централізовані	Децентралізовані	Централізовані	Централізовані
Використовувані протоколи	Еко система з закритими протоколами	Еко система з відкритими протоколами	Еко система з закритими протоколами	Еко система з відкритими протоколами	Еко система з закритими протоколами	Еко система з відкритими протоколами
Вартість	Вище середньої	Середня	Вище середньої	Середня	Вище середньої	Нижче середньої

За результатами аналізу таблиці 1.1 для побудови цієї задачі можна обрати різні варіанти реалізації системи «Розумний будинок». Кожна система має переваги та недоліки, якась має високу вартість, якась має закриту архітектуру.

Після огляду готових комплектів особливо виділяються рішення від Xiaomi та Google, які мають дуже широкий спектр різних датчиків та актуаторів до різних пристроїв розумного будинку.

З мінусів продукту Xiaomi можна виділити досить високу ймовірність зустріти в інтерфейсі китайську мову.

Серед розглянутих продуктів Google, який має велику кількість датчиків, постійно оновлюється та має зручного найбільш продвинутого голосового помічника, також має можливість тісно взаємодіяти з різними сервісами компанії Google, що відкриває ще більше можливостей зробити свій будинок розумним та

додає зручності. Але для монтажу такої системи потрібно наймати кваліфікованих майстрів, що не зовсім зручно для автодому.

Ще одним цікавим рішенням побудови системи можна обрати побудову на основі мікроконтролера Arduino, на базі якого можна реалізувати масштабовану систему з використанням дротових або бездротових датчиків.

Що стосується датчиків, які можна використовувати, то тут дуже широкий вибір на будь який смак. Використання мікроконтролера Arduino дає можливість побудувати систему з великою кількістю датчиків для різних потреб. Вартість такої системи відносно інших розглянутих варіантів буде значно нижчою, а монтаж простішим.

Якщо розглядати систему «Розумний будинок» для автодому, то тут краще підійде проект на базі Arduino, можна використовувати дротову систему, що зробить такий проект ще дешевше. Таке рішення підходить для автодому оскільки досить легке у розробці та монтажі, а більшість функцій, які пропонують рішення від компаній-виробників просто непотрібні у автодомі. Ще перевага такого рішення - низьке енергоспоживання.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ

Система «розумний будинок» в своїй структурі містить багато компонентів: мікроконтролер, датчики для вимірювання різних показників навколишнього середовища, дисплей для відображення інформації та актуатори для керування елементами системи. Від вибору цих елементів залежить функціонал та зручність системи.

Важливим кроком у розробці є вибір мікроконтролера, від цього вибору може залежати успіх усього проєкту.

Тут потрібно тримати баланс між мінімальною ціною мікроконтролера (для зниження загальної вартості системи) та між функціями, які цей

мікроконтролер може запропонувати за свою ціну, оскільки він має задовольняти системній специфікації, вимогам до продуктивності, надійності, умовам застосування.

Під загальною вартістю системи розуміють інженерне дослідження та розробка, виробництво, гарантійний ремонт, обслуговування, сумісність, та простота в обігу.

Щоб досягти більш високого рівня інтеграції та надійності при більш низькій ціні, всі мікроконтролери мають вбудовані додаткові пристрої. Ці пристрої під керуванням мікропроцесорного ядра мікроконтролера виконують певні функції. [4]

Вбудовані пристрої підвищують надійність, тому що вони не вимагають ніяких зовнішніх електричних ланцюгів. Вони попередньо тестуються виробником і звільняють місце на платі, так як всі електричні з'єднувальні ланцюги виконані на кристалі мікроконтролерів. Деякими з найбільш популярних вбудованих пристроїв є пристрої пам'яті, таймери, системний годинник /генератор і порти вводу - виводу.

В рамках даної роботи за результатом порівняльного аналізу, проведеного в першому розділі, в якості плати керування системи обрано мікроконтроллер фірми Arduino. Для мікроконтроллерів Arduino розроблено широкий вибір датчиків які мають тісний зв'язок з самою платою.

Ці датчики мають відносно невелику вартість. А за допомогою цих датчиків можна побудувати проекти на будь-який смак, обмежуються проекти на мікроконтроллерах тільки уявою людини, яка розробляє проєкт.

2.1 Вибір плати керування системою «Розумний будинок»

Arduino - платформа з відкритим кодом, що дозволяє легко програмувати контролери. Плати можуть зчитувати дані з великої кількості датчиків, наприклад

датчиків освітлення, вологості, задимлення, руху та перетворювати ці дані на команди, якими будуть керуватися інші прилади, наприклад датчик температури повітря передає інформацію що температура повітря піднялася вище заданої позначки, плата Arduino отримує ці дані та керує кондиціонеру знизити температуру повітря у кімнаті, коли температура знижується до заданої позначки, плата вимикає кондиціонер. Таким чином можна запрограмувати цілі інструкції для керування різними домашніми приладами. Для програмування плат Arduino використовується однойменна мова програмування та програмне забезпечення Arduino IDE.

Arduino народився в Ivrea Interaction Design Institute, як інструмент для швидкої та простої розробки проєктів для студентів або новачків, які не мають досвіду у програмуванні або для новачків.

Пізніше ці плати почали охоплювати ширшу аудиторію і стали всесвітньо популярні серед студентів, художників та любителів збирати проєкти різної складності. Так навколо Arduino зібралися багато творців, які діляться своїми знаннями в мережі інтернет, що може бути корисним як для новачків, які тільки навчаються збирати свої проєкти, так і для експертів, які шукають креативні рішення для своїх розробок.

Обрана платформа Arduino через те, що вона має достатньо простий інтерфейс, має багато готових проєктів з описом на різних мовах. Зручне програмне забезпечення, що просте у освоєнні для новачків та має багато функцій для людей, що вже добре знайомі з Arduino, працює на різних операційних системах Windows, Mac, Linux. [3]

На ринку представлено багато різних варіантів мікроконтролерів, деякі з них розглянуті нижче.

Для даного проєкту підходить кожна з цих плат оскільки задовольняє виставленим вимогам.

2.1.1 Опис плати Arduino Nano

Arduino Nano - це невелика, повнофункціональна налагоджувальна плата, адаптована для роботи з макетними платами, побудована на базі мікроконтролера

ATmega328 (Arduino Nano 3.x) або Atmega168 (Arduino Nano 2.x). Цей мікроконтролер вигідно відрізняється невеликим розміром та невисокою вартістю, при цьому вона забезпечує потрібні функції. Arduino Nano зображена на рисунку 2.1.

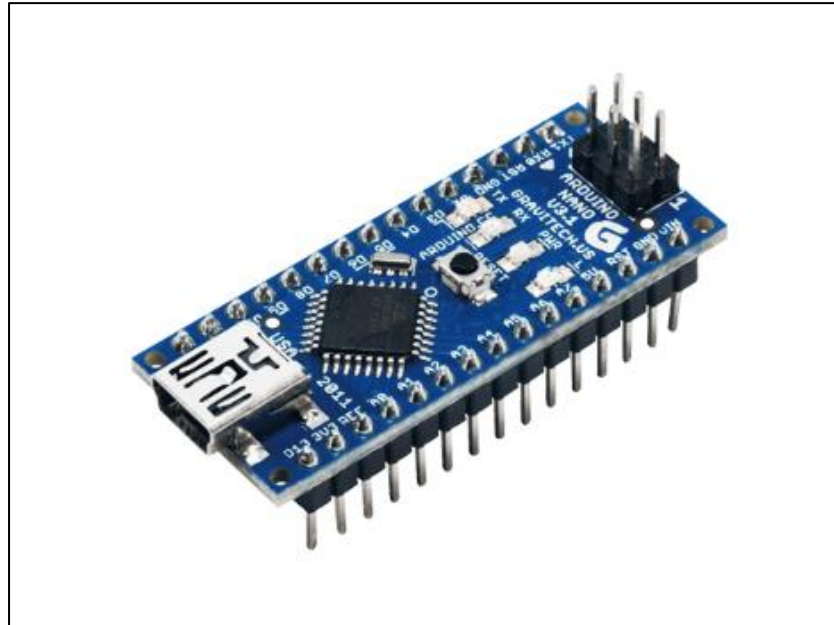


Рисунок 2.1 - Вигляд плати Arduino Nano

Вона має ту ж функціональність, що й Arduino Duemilanove, але має менші розміри. Вона відрізняється лише відсутністю роз'єму живлення та роботою через mini-USB. Arduino Nano розроблена та виробляється компанією Gravitech.

Arduino Nano може живитись через mini-B USB з'єднання, від зовнішнього нестабілізованого джерела живлення 6-20 В або від стабілізованого джерела напруги 5В. Джерело живлення з найбільшою напругою вибирається автоматично.

Плата Arduino Nano має ряд можливостей для зв'язку з комп'ютером, з іншою платою Arduino/Genuino або іншими мікроконтролерами. ATmega168 і ATmega328 забезпечує апаратний UART порт для послідовного зв'язку з рівнями TTL (5 вольт), який доступний на цифрових виходах 0 (RX) і 1 (TX). FTDI FT232RL на платі пов'язує UART порт з USB та забезпечує віртуальний COM

порт за допомогою FTDI драйверів (включені до Arduino IDE) для зв'язку з програмним забезпеченням на комп'ютері. Arduino IDE включає монітор послідовного порту, який дозволяє посилати та приймати від плати прості текстові дані. Світлодіоди RX і TX на платі спалахують при передачі даних через мікросхему FTDI і USB з'єднання (але не при передачі даних через виходи 0 і 1 послідовного порту).

Бібліотека SoftwareSerial дозволяє організувати послідовний зв'язок через цифрові виходи Arduino Uno.

ATmega168 та ATmega328 також підтримують зв'язок через I2C (TWI) та SPI. Arduino IDE включає бібліотеку Wire для спрощення використання шини I2C. Для зв'язку через SPI використовується бібліотека SPI.

Замість того, щоб вимагати фізичного натискання кнопки перезавантаження перед прошивкою коду нової програми Arduino Nano спроектована таким чином, що вона дозволяє перезавантажувати її за допомогою програмного забезпечення, запущеного на підключеному комп'ютері. Одна з ліній керування потоком (DTR) мікросхеми FT232RL підключена до лінії скидання ATmega168 чи ATmega328 через конденсатор 100 нФ. Коли на цій лінії з'являється низький рівень досить довгий час, мікросхема перезавантажується. Arduino IDE використовує цю можливість, щоб дозволити вам завантажити код, просто натиснувши кнопку завантаження в Arduino IDE. Така архітектура дозволяє зменшити тайм завантажувача, оскільки процес прошивки завжди синхронізований зі спадом сигналу на лінії DTR.

Однак ця система може призводити і до інших наслідків. При підключенні Arduino Nano до комп'ютерів, що працюють на Mac OS X або Linux, мікроконтролер скидатиметься при кожному з'єднанні програмного забезпечення з платою (через USB). На наступні півсекунди після скидання Arduino Nano активізується завантажувач. Незважаючи на те, що завантажувач запрограмований ігнорувати сторонні дані (тобто всі дані, що не стосуються процесу прошивки нової програми), він може перехопити кілька перших байт даних з посилки, що надсилається платі відразу після встановлення з'єднання.

Відповідно, якщо в програмі, яка працює на Arduino Nano, передбачено отримання від комп'ютера будь-яких налаштувань або інших даних під час першого запуску, переконайтеся, що програмне забезпечення, з яким взаємодіє Arduino Nano, здійснює відправлення через секунду після встановлення з'єднання.

2.1.2 Плата Arduino Uno

Arduino Uno контролер побудований на ATmega328. Платформа має 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ), 6 аналогових входів, кварцовий генератор 16 МГц, USB-роз'єм, силовий роз'єм, роз'єм ICSP і кнопку перезавантаження. Для роботи необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою USB-кабелю, або подати живлення за допомогою адаптера AC/DC або батареї.

На відміну від усіх попередніх плат, що використовували FTDI USB мікроконтролер для зв'язку USB, новий Arduino Uno використовує мікроконтролер ATmega8U2.

Плата Arduino Uno зображена на рисунку 2.2:

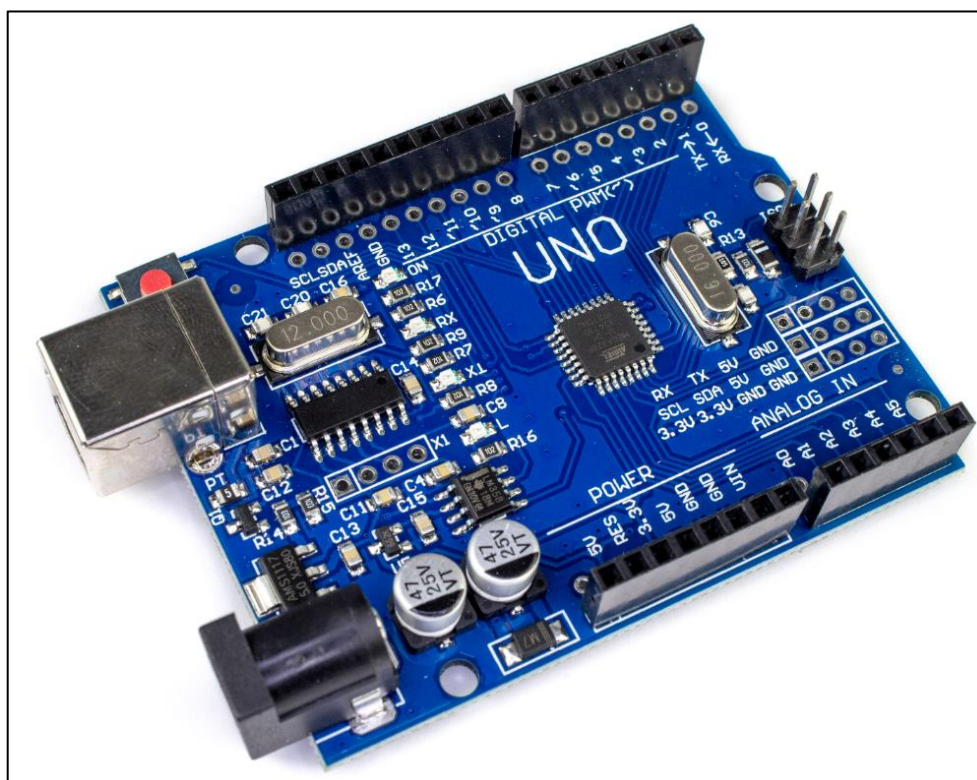


Рисунок 2.2 - Вигляд плати Arduino Uno

Плата Arduino Uno може отримувати живлення через підключення USB порту, чи від зовнішнього джерела живлення.

Зовнішнє живлення (не USB) може подаватися через перетворювач AC/DC (блок живлення) або акумуляторною батареєю. Перетворювач напруги підключається за допомогою роз'єму 2.1 мм із центральним позитивним полюсом. Провід від батареї підключається до виходів Gnd і Vin роз'єму живлення.

Виходи живлення:

VIN. Вхід використовується для подачі живлення від зовнішнього джерела (без 5 В від роз'єму USB або іншого регульованого джерела живлення). Подача напруги живлення відбувається через вихід.

5V. Регульоване джерело напруги, що використовується для живлення мікроконтролера та компонентів на платі. Живлення може подаватися від виведення VIN через регулятор напруги або від роз'єму USB, або іншого регульованого джерела напруги 5 В.

3V3. Напруга на виведенні 3.3 В генерується вбудованим регулятором на платі. Максимальне споживання струму 50 мА.

GND. Виходи заземлення.

Uno розроблено таким чином, щоб перед записом нового коду перезавантаження здійснювалося самою програмою Arduino на комп'ютері, а не натисканням кнопки на платформі. Одна з ліній DTR мікросхеми ATmega8U2, що управляють потоком даних (DTR), підключена до виведення перезавантаження мікроконтролера ATmega328 через 100 нФ конденсатор. Активація цієї лінії, тобто. подача сигналу низького рівня, що перезавантажує мікроконтролер. Програма Arduino, використовуючи цю функцію, завантажує код одним натисканням кнопки Upload у середовищі програмування. Подача сигналу низького рівня по лінії DTR скоординована з початком запису коду, що скорочує

На Uno можна відключити лінію автоматичного перезавантаження розривом відповідної лінії. Контакти мікросхеми з обох кінців лінії можуть бути з'єднані з метою відновлення. Лінія маркована "RESET-EN". Вимкнути

автоматичне перезавантаження також можливо підключивши резистор 110 Ом між джерелом 5 і даною лінією.

2.1.3 Плата Arduino mega

Arduino Mega 2560 - це пристрій на основі мікроконтролера ATmega2560. До його складу входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 54 цифрові входи/виходи, 16 аналогових входів, 4 UART (апаратних приймачів для реалізації послідовних інтерфейсів), кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм ICSP для внутрішньосхемного програмування та кнопка скидання. Для початку роботи з пристроєм досить просто подати живлення від AC/DC-адаптера або батарейки або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю. Arduino Mega сумісний з більшістю плат розширення, розроблених для Arduino Duemilanove та Diecimila.

Плата Arduino mega зображена на рисунку 2.3:

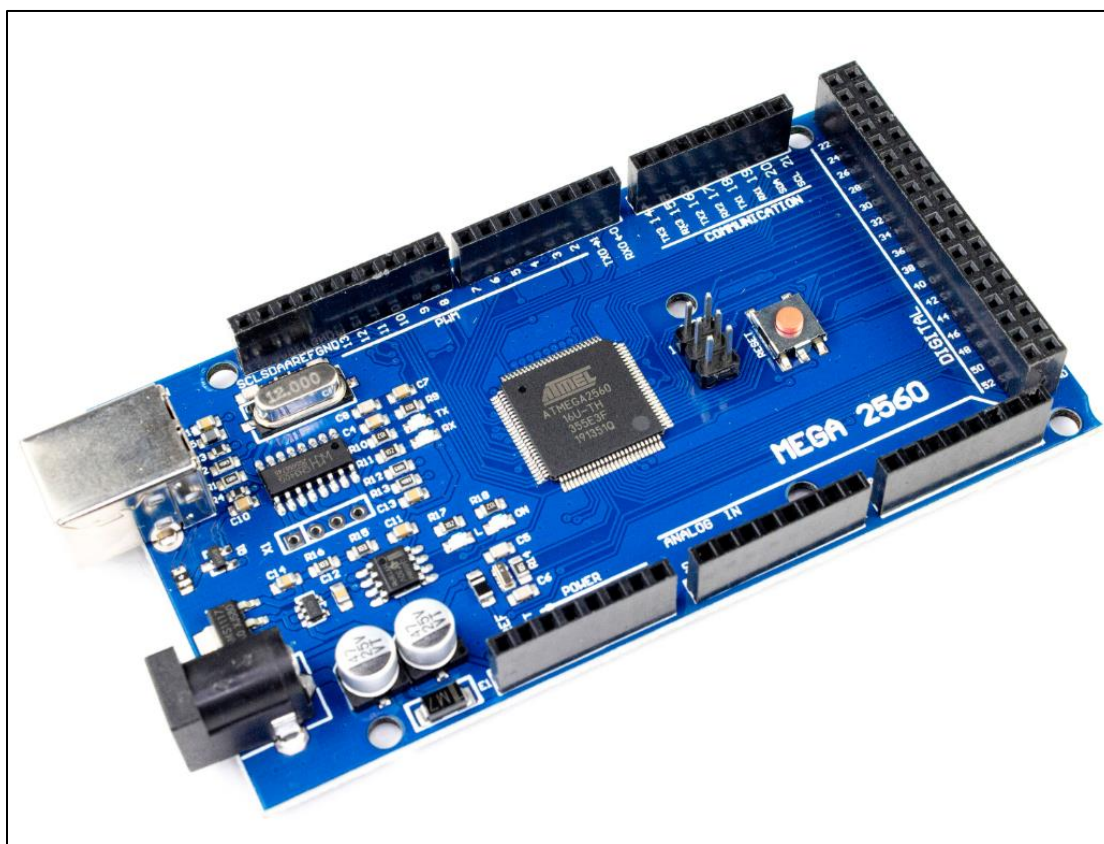


Рисунок 2.3 - Зображення плати Arduino mega 2560

Arduino Mega може бути заживлений від USB або від зовнішнього джерела живлення - тип джерела вибирається автоматично. Як зовнішнє джерело живлення (не USB) може використовуватися мережний AC/DC-адаптер або акумулятор/батарея.

IOREF. Цей вихід надає платам розширення інформацію про робочу напругу мікроконтролера Arduino. Залежно від напруги, зчитаної з виведення IOREF, плата розширення може переключитися на відповідне джерело живлення або задіяти перетворювачі рівнів, що дозволить їй працювати як з 5В, так і з 3.3В-пристроями.

У мікроконтролері ATmega2560 також реалізовано апаратну підтримку послідовних інтерфейсів TWI і SPI. До програмного забезпечення Arduino входить бібліотека Wire, що дозволяє спростити роботу з шиною TWI. Використовуйте бібліотеку SPI для роботи з інтерфейсом SPI. [5]

Автоматичний програмний скид

На платі передбачено можливість автоматичного програмного скиду, що дозволяє, здійснювати скид за допомогою підключеного комп'ютера, а не натискати на кнопку скидання на платі мікроконтролера.[5]

Для розробки даного проєкту обрана плата на основі мікроконтроллера Arduino Uno, оскільки вона коштує ненабагато більше, ніж інші плати, але має більше входів/виходів, що дозволяє під'єднати більше пристроїв. Та задовольняє вимогам розроблювального проєкту.

2.2 Вибір датчиків системи «Розумний будинок»

Датчики відіграють ключову роль у IoT-пристроях, оскільки вони відповідають за збір даних на основі яких вже плата мікроконтроллера реагує на отримані дані з датчиків.

2.2.1 Датчик температури

Одним із важливих показників у робочому процесі є температурний коефіцієнт стану речовини або середовища.

Датчик температури - прилад, що вимірює температуру у зоні своєї дії. Інформацію, яка отримана датчиком можна вивести на дисплей або передати на мікроконтролер для подальшої обробки або для скажімо керування якимось актуатором, який керує температурою. Деякі датчики можна підключити до приладів, наприклад до обігрівача або кондиціонеру. Датчик температури буде вимірювати температуру повітря, якщо вона виходить за встановлені межі, наприклад нижче 18 градусів, вимикається кондиціонер, якщо він працює, або взимку вмикається обігрівач. Термодатчик можна встановити у вентиляцію, для того щоб регулювати її систему, також датчик може реагувати на відкриття вікон для провітрювання.

Можна не обмежуватись одним датчиком температури, для забезпечення комфортного сну або потрібної температури на протязі дня, датчики можна встановити у різних кімнатах. Вони будуть вимірювати температуру у всіх кімнатах для забезпечення комфортної температури для різних задач. Краще виміри температури проводити на рівні ліжка чи робочого місця, для цього потрібні виносні датчики, які не вбудовані у різні нагрівальні прилади.

Існують різні типи датчиків для вимірювання температури середовища, їх потрібно обирати залежно від середовища, де такий датчик буде використовуватися.

Термометр опору. Найпопулярніший та найпростіший підвид датчика вимірювання температури. Цей високоточний датчик має розмір похибки – трошки більше градуса. Основою датчика є дріт з міді або платини. Температура навколишнього середовища визначається за допомогою металевого дроту, опір якого зростає із зростання температури навколишнього середовища, у якому знаходиться датчик.

Терморезистори. Визначають температуру навколишнього середовища за допомогою базового опору матеріалу, з якого виготовлено датчик, який

змінюється в залежності від зміни температурного режиму. Ці датчики досить дешеві, точні та компактні.

Термопара. В основу такого датчика покладено використання елементів з різних матеріалів, які спаяні між собою. Температура вимірюється за допомогою електричного струму, який виникає через різницю між гарячим і холодним кінцем термопари. Такий датчик дозволяє вимірювати температуру до кількох тисяч градусів.

Напівпровідниковий датчик. Працюють такі датчики наступним методом: температура повітря пропорційна напрузі на транзисторі. Цей вид датчиків можна використовувати у побутових умовах, вони відносно точні та дешеві. Діапазон вимірювання в діапазоні від -55 до +150 градусів за шкалою цельсія.

Методи передачі даних

Дротові та бездротові датчики мають різні способи живлення та передачі даних, плюси та мінуси: дротові датчики отримують живлення від розетки, а бездротові від батареї, тобто якщо вимкнеться світло дротові датчики перестануть працювати, якщо для них не передбачене резервне джерело живлення. Бездротові продовжать працювати навіть без світла. Для дротових приладів потрібно продумувати як прокласти та замаскувати кабелі. Бездротові прилади простіше встановити та замаскувати.

Використання бездротового датчику температури може бути менш надійним у порівнянні з дротовими пристроями, оскільки для передачі сигналу він використовує спеціальний передавач, якому можуть заважити перешкоди, якщо поруч багато пристроїв, які використовують ту ж саму частоту для передачі сигналу. Таким чином дротові датчики вважаються більш точними та відмовостійкими.

Протоколи зв'язку

Z-Wave. Головною перевагою технології є сумісність приладів, що працюють на тому ж стандарті зв'язку. Не важлива версія ПЗ, рік випуску та бренд. Працює Z-Wave на окремій радіочастоті, що робить неможливим затримку при передачі сигналу, на відміну від ситуацій коли перевантажена Wi-Fi мережа.

Мінусом таких пристроїв є ціна, яка вище порівняно з аналогами які працюють на інших стандартах зв'язку.

Zigbee. Пристрої, що працюють на цьому протоколі коштують дешевше, але не завжди стовідсотково сумісні один з одним. Zigbee у сфері автоматизації будівлі головний конкурент Z-Wave. Датчики мають велику зону дії, що прямо пропорційні розміру мережі, у якій застосовуються. Стандарт Zigbee працює на тій самій частоті, що і пристрої які використовують технології Bluetooth та Wi-Fi, через це можуть бути затримки сигналу.

Bluetooth. Датчики, що використовують Bluetooth мають невисоку вартість та вважаються дуже енергоефективними, оскільки не споживають багато електроенергії. Мінусом може бути використання частоти 2,4 ГГц, якщо поруч багато інших пристроїв, що також працюють на цій частоті.

Wi-Fi. Датчики, що працюють на Wi-Fi, використовують багато електроенергії, тобто їх потрібно вмикати в розетку. Працюють вони найчастіше на частоті 2,4 ГГц, як і інші пристрої, що може призвести до затримок при передачі.

Серед датчиків температури розглядалися ще варіанти датчика DHT11, це модуль, який поєднує в собі датчик температури та вологості.

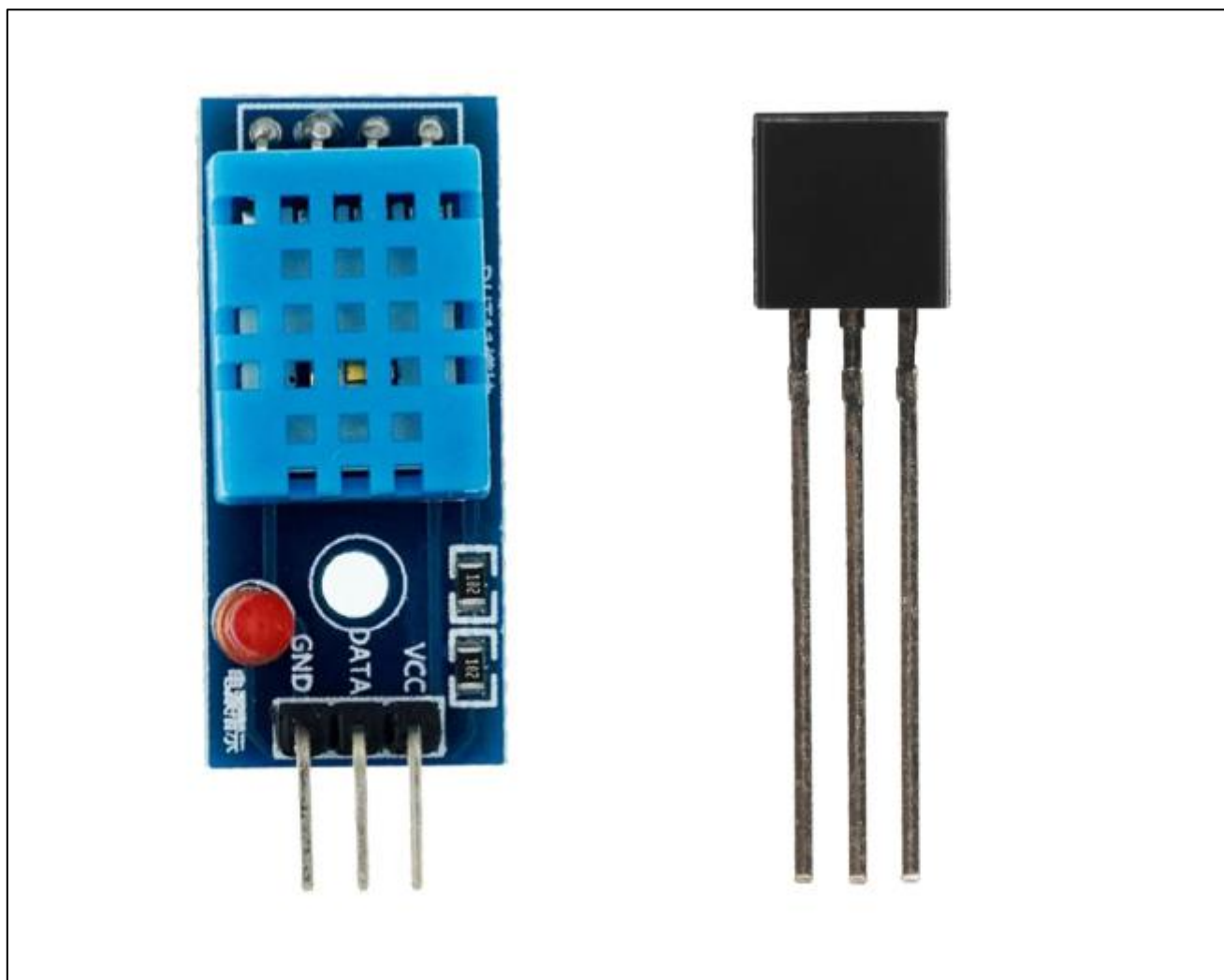
Аналоговий датчик температури та вологості LM35DZ зображені на рисунку 2.5.

Для побудови проекту був обраний датчик DS18B20, оскільки він вже давно представлений на ринку, має багато гарних відгуків, відрізняється високою надійністю, та на відміну від перерахованих вище датчиків має металевий корпус, який забезпечує захист самого датчика від навколишнього впливу.

Також цей датчик забезпечує високу точність у вимірюванні температури повітря.

DS18B20 є одним із найпопулярніших датчиків температури. Його можна використовувати в акваріумах, теплицях, промислових системах, побутових проектах. [8]

Мікросхема 18b20 має мініатюрні габарити, в яких зосереджений складний механізм із різних блоків та модулів при цьому. Один з найкращих на ринку



термодатчик 18b20.

Рисунок 2.4 - Зображення датчику температури DS1820

Він забезпечує чудовий захист та відмінний спосіб температурного контролю. Переваг цього пристрою безліч. Основні: висока якість, доступна вартість, довговічність.

Датчик виконаний у водонепроникному металевому корпусі розміром 6x50 мм, який захищає сенсор від підвищеної вологості, пилу або механічних пошкоджень і дозволяє проводити вимірювання температури в будь-яких умовах вологості, запиленості, а також повному зануренні датчика в рідину.

Також можна придбати мікросхему DS18B20 без корпусу. Датчик температури має дріт довжиною 1 м. Особливостями даного датчика є: функція екстреного сигналу та унікальний серійний номер, який дозволяє підключати велику кількість датчиків до однієї лінії зв'язку. Також датчик дозволяє задавати роздільну здатність від 9 до 12 біт. Діапазон вимірювання температури в межах від -55 до +125 °С. Похибка вимірювання температури в діапазоні від -10 до +85 °С не перевищує 0,5 °С.

Сенсор має пам'ять, що складається з SRAM та EEPROM. SRAM є оперативною пам'яттю, а EEPROM це енергозалежна пам'ять, яка зберігає регістри TH і TL. За допомогою даних регістрів можна вказати граничні значення температури навколишнього середовища.

Датчик DS1820 зображений на рисунку 2.5:



Рисунок 2.5 - Зображення датчику температури DS1820

Дані про температуру навколишнього середовища передаються протоколом 1-Wire. На шині даних DS18B20 завжди є провідним пристроєм. Передача даних

починається з ініціалізації, що супроводжується імпульсом присутності. Даний імпульс повідомляє майстру про наявність датчика та його готовність до роботи.

2.2.2 Датчик руху

Існує багато видів датчиків руху, проте найбільш поширеними є інфрачервоні датчики, ультразвукові датчики та мікрохвильові датчики. Також є комбіновані датчики руху, які можуть бути одночасно як інфрачервоними чи мікрохвильовими.

При виборі датчиків руху вибір стояв між датчиком HC-SR505 та HC-SR501. Датчик HC-SR505 зображений на рисунку 2.6:



Рисунок 2.6 - Зображення інфрачервоного датчику руху HC-SR505

Для розробки системи «Розумний будинок» краще підходить датчик HC-SR501, має кращі характеристики дальності зчитування інформації та кута спрацювання, також можна налаштувати його чутливість, завдяки чому цей датчик вигідно виділяється серед конкурентів. Датчик HC-SR501 зображений на рисунку 2.7.

Види датчиків руху:

Інфрачервоний датчик руху Принцип роботи інфрачервоного датчика руху заснований на визначенні температури об'єкта яка відрізняється від температури навколишнього середовища. Теплове випромінювання визначається та

фокусується в лінзі Френеля, потім направляється в чутливий напівпровідниковий елемент - піроелектричний датчик. Датчик реагує лише на теплі рухомі об'єкти.

Щоб датчик не реагував на теплі не рухомі об'єкти лінзою розбивають зони чутливості датчика на окремі промені. Датчик спрацьовує якщо об'єкт перетинає декілька променів.



Рисунок 2.7 - Зображення інфрачервоного датчику руху HC-SR501

Лінза Френеля - це послідовність концентричних кілець, кожне з яких складається з елемента простої лінзи, зібраних в правильному співвідношенні на плоскій поверхні для забезпечення короткої фокусної відстані. Лінза Френеля широко використовується в нашому повсякденному житті в маяках і прожекторах, щоб сконцентрувати світло у відносно вузькому промені. Завдяки можливості фокусування інфрачервоного випромінювання, вигнута лінза Френеля використовується у системах відеоспостереження.

Ультразвуковий датчик руху

Ультразвуковий датчик руху заснований на звуковій локації. Датчик руху має випромінювач (звуковий генератор) та мікрофон який вловлює відбиті звукові

хвилі. Звуковий генератор виробляє коливання з частотою 25-40 кГц, звукові хвилі відбиваючись від перешкод повертаються до джерела (Ефект Доплера).

Якщо тіло рухається, то звукові хвилі які відбиваються від об'єкта будуть змінювати свою частоту від початкової яка була згенерована.

Ці коливання не чутні людським вухом, але тварини, наприклад собаки, чутливі до цих частот. Такі датчики можуть дратувати їх і з цим виникають проблеми.

Мікрохвильовий датчик руху

Працює так як і ультразвуковий тільки замість ультразвуку, НВЧ випромінювання. Такі реагують навіть на найменші рухи за стінами, вікнами, перегородками чи іншими перешкодами. Крім того, працездатність датчиків руху НВЧ зовсім не залежить від температури прилеглих об'єктів чи навколишнього середовища. Це досить дорогі датчики, але вони реагують навіть на самі незначні рухи.

Використання датчиків руху допоможе знизити споживання енергії та ресурс ламп. Позбавить від необхідності кожного разу клацати вимикач. Для освітлення на вулиці при правильному налаштуванні можна зробити так, щоб світло вмикалось, коли ви підходите до воріт будинку.

В приміщенні доцільно ставити інфрачервоний датчик, адже він буде реагувати на рух теплих об'єктів, та не буде спрацьовувати якщо людина рухається в іншій кімнаті, а мікрохвильовий датчик може реагувати на рух будь-яких об'єктів та може спрацювати якщо цей рух буде в іншій кімнаті. Найчастіше зустрічається інфрачервоний датчик руху, їх досить для простих завдань, якщо вам потрібна велика чутливість або точність - варто обрати датчик іншого типу.

Інфрачервоний датчик руху Дозволяє виявляти рух людини або свійської тварини на відстані до 7 метрів (можна регулювати). Має два входи живлення (+5V і Земля) та один цифровий вихід, яким можна знімати дані. Якщо перешкод немає - на ньому буде високий рівень (3.3V), якщо перешкоди є - низький (0V).

Якщо перемичка встановлена в положення H, то на виході буде високий рівень весь час, поки датчик буде вловлювати рух, якщо стан L, то стан виходу

буде перемикатися з високого на низький і назад приблизно раз в секунду. Яке положення перемикача обрати залежить від конкретного розроблюваного проєкту.

2.2.3 Датчик дощу, снігу, вологості

Датчик дощу (погодний модуль) для Arduino призначений для визначення наявності води на вимірювальній поверхні. Між двома металевими пластинами створюється невелика напруга та вимірюється опір. У разі попадання вологи на площину датчика. За підсумковим сигналом можна будувати висновки про ступінь zalивання датчика. Найчастіше датчик використовується як датчик затоплення або наявності води всередині пристрою.

Цей датчик складається з чутливого модуля, який реагує на краплі, плати з операційним підсилювачем LM393, яка обробляє сигнал і передає його на керуючий контролер у цифровому та аналоговому вигляді. Для сигналізації роботи на платі є два світлодіоди - живлення та передача даних, так само є підстроювальний резистор, для регулювання чутливості.

Такі датчики можна використовувати ззовні будівлі наприклад для системи автоматичного поливу без участі людини забезпечують своєчасне зрошення присадибних ділянок, парків та садів із оптимальним витрачанням води. Яюсь запрограмованими, вони запускають розбризкування в будь-яку погоду, навіть під зливою. Допомогти автоматичі економити воду та електроенергію в дощову погоду покликані спеціальні прилади - датчики дощу.

Датчик вологості ґрунту зображений на рисунку 2.8:

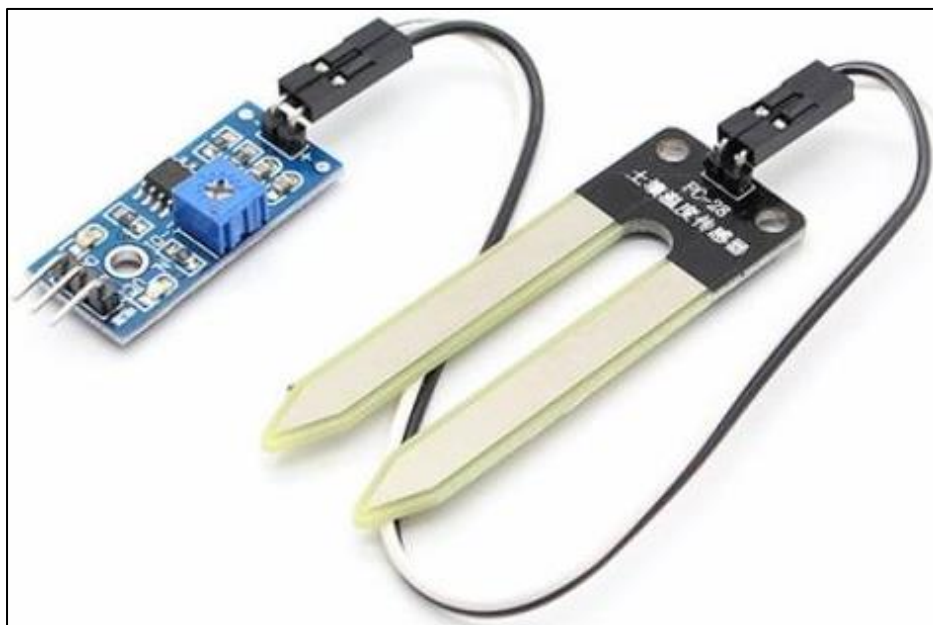


Рисунок 2.8 - Зображення датчику вологості ґрунту

У самому будинку використовується датчик вологості для відстеження рівня вологості у будівлі.

Датчик дощу, снігу та вологості зображений на рисунку 2.9:

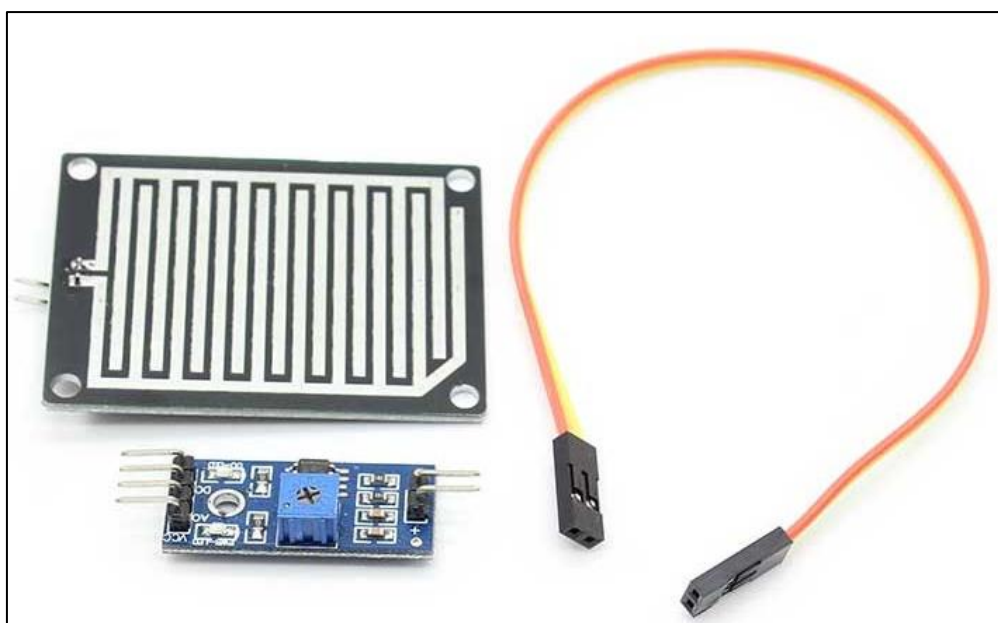


Рисунок 2.9 - Зображення датчику дощу, снігу та вологості

З метою забезпечення захисту будівлі використовується датчик затоплення. Датчик затоплення необхідний для аварійних ситуацій. Його робота полягає у сигналі власнику, що відбулася протікання води. Система складається з основних компонентів: датчик, кран та блок керування. Залежно від вибраного варіанта, оповіщення може прийти радіохвилями або при контакті з водою. Контролер передає сигнал на кран, а той, у свою чергу, перекриває можливість надходження води.

Системи актуальні не тільки у домашніх умовах, а й на підприємстві. Їх встановлюють поруч із душовими кабінами, ванними та іншим сантехнічним обладнанням.

2.2.4 Датчики газу та диму

Датчики диму та газу - ще один незамінний вид датчиків, які допомагають зробити житло безпечнішим та покращити якість життя. Принцип роботи таких датчиків дуже простий, при зміні складу повітря передається відповідний сигнал та повідомлення про небезпеку.

Пожежі та витікання побутового газу, на жаль, є нерідким явищем як у житлових приміщеннях, так і на виробництвах, а вчасно виявлена небезпека допоможе оперативно зреагувати на ситуацію та запобігти негативним наслідкам. Сучасні компактні датчики контролю якості повітря сповістять Вас у разі задимлення, займання або появи чадного газу, і зроблять повсякденне життя комфортнішим.

Давайте докладніше розглянемо кожен вид таких датчиків та їх потребу у кожному будинку.

Датчики диму. Датчики диму, або так звані пожежні сповіщувачі - це прилади, що вловлюють дим у приміщенні на ранніх стадіях пожежі та сповіщають про це оточуючих. Характеристики, спосіб і час спрацьовування залежать від конкретної моделі, а в сучасних реаліях Ви навіть можете налаштувати датчики таким чином, щоб отримувати сповіщення про небезпеку віддалено на свій смартфон.

Датчики чадного газу (CO). Чадний газ (CO або окис вуглецю) - це небезпечний, отруйний газ, який утворюється при неповному згорянні побутового газу через недостатній доступ до нього кисню. Основна небезпека чадного газу полягає в тому, що він не має відчутних ознак, тому що у нього відсутній будь-який запах або забарвлення, здатне його виявити.

Достатньо дуже малого чадного газу в повітрі для заподіяння шкоди людині та тваринам, концентрація у кількості всього 0,1% призводить до летального результату протягом години, а при рівні 0,5% через 20 хвилин. Тому дуже важливо відстежувати показник CO у повітрі та блискавично реагувати на перевищення концентрації.

Датчик якості повітря. Датчики якості повітря можуть відстежувати різні показники, залежно від модифікації та вимог до них.

Датчик MQ-2 чутливий до диму та горючих газів, таких як зріджений природний газ, бутан, пропан, метан, пари спирту і водень. Залежно від рівня газу в атмосфері змінюється внутрішній опір датчика.

MQ-2 має аналоговий вихід, тому напруга на цьому виході змінюватиметься пропорційно до рівня газу в навколишньому середовищі. Для визначення за логічним рівнем також є цифровий вихід. На модулі датчика є вбудований потенціометр, який дозволяє налаштувати чутливість цього датчика в залежності від того, наскільки точно ви хочете реєструвати рівень газу.

Датчик MQ-2 зображений на рисунку 2.10.

Від того, де саме буде встановлений датчик і наскільки правильно буде виконано монтаж, залежить його ефективність, тому до вибору місця слід поставитися дуже уважно. Найбільш ефективним місцем для встановлення сигналізації є кожна спальня, кухня, встановити датчик краще там, де може теоретично виникнути витік.



Рисунок 2.10 - Зображення датчику MQ-2

Якщо будинок має кілька поверхів, то датчики потрібно встановити на кожному в ідеалі в усіх кімнатах, але якщо ви хочете заощадити, то можна скоротити кількість детекторів до одного на поверсі. Не варто ігнорувати горище або підвал, якщо у вашому будинку вони є: там може бути проводка, а горище найчастіше завалено різними предметами, які можуть легко спалахнути. Крім цього, там сухі дерев'яні перекриття, які в літню спеку можуть перегрітися та спалахнути.

Саме тому для захисту будинку потрібно використовувати датчики газу та диму.

2.2.5 Датчики відкриття вікон та дверей

Даний датчик використовується для сигналізації відкриття дверей та вікон. У комплекті два елементи: безпосередньо датчик та магніт у корпусах, вони мають однаковий корпус.

Усередині датчика знаходиться геркон з нормально розімкненими контактами. При закритих дверях, коли магніт знаходиться біля датчика, контакти датчика замкнуті і розмикаються під час відкриття дверей.

Датчик геркон - це магнітоконттактний датчик відкриття дверей або вікна. Він складається з двох частин: безпосередньо самого сповіщувача та магніту. Перший встановлюється на одвірок або віконну раму (тобто на нерухому частину). Магніт кріпиться на двері або віконну стулку.

У закритому стані ці дві частини розташовуються поруч, але коли двері або вікно відчиняються, магніт віддаляється від датчика, сповіщувач датчик спрацьовує та передає сигнал.

Принцип його полягає в тому, що при знаходженні поруч із датчиком магніту підтримується постійне магнітне поле. Сам магніт розмикає (або замикає) електричний ланцюг, що свідчить про те, що двері зачинені. Коли двері відчиняються, магніт віддаляється від датчика, дія магнітного поля слабшає, контакт у датчику розмикається (замикається), і датчик спрацьовує. Якщо двері зачиняються, магніт знову починає діяти на датчик, і він знову спрацьовує.

Датчик відкриття дверей зображений на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 - Зображення датчику відкриття дверей

2.2.6 Датчик рівня води

Датчик вимірювання рівня води можна використовувати для вимірювання рівню води у різних резервуарах. Конкретно у системі «Розумний будинок» для автодому він використовується для відслідковування кількості питної води та води яка використовується наприклад для миття посуду у баках автодому.

Вибір стояв між модулем визначення рівня води Arduino, який зображений на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 – Зображення модуля вимірювання рівня води

Та поплавковим датчиком вимірювання рівня води, який зображений на рисунку 2.13:



Рисунок 2.13 – Зображення поплавкового датчику рівня води

Обраний другий датчик, оскільки його можна використовувати у набагато більш глибоких баках.

2.2.7 Актуатори

Виконавчі пристрої (актуатори) забезпечують фізичну реакцію на команди, отримані від серверів чи хмарних сервісів. Вбудовані системи відповідають за обробку, зберігання та передачу інформації між різними компонентами пристрою.

Актуатор - виконавчий механізм або його активний елемент, що перетворює один вид енергії в іншу (найчастіше - в механічну), що призводить до виконання певної дії, заданої керуючим сигналом. Слово «актуатор» походить від англійського терміну «actuator» - пристрій або елемент будь-якого пристрою, який може «діяти». Як правило, коли говорять про актуатори, мова йде про механічну дію - наприклад, про лінійне переміщення або обертання.

Простими словами виконавчий механізм - це пристрій який буде виконувати певну дію, в залежності від налаштувань, при отриманні сигналу від мікроконтроллера, який отримав данні з датчика. Мікроконтроллер, запрограмований на певну реакцію на дані, передані йому датчиком, відправляє керуючий сигнал на виконавчий пристрій.

Лінійний привід актуатор RS-L8 24B 2000. Пристрій, який забезпечує перетворення механічної енергії в лінійне переміщення. У більшості випадків такі пристрої застосовуються для одержання механічної енергії з електричної.

Приводи використовуються для різних цілей і входять до складу багатьох різних типів обладнання та механізмів.

За їх допомогою у розумному домі можна наприклад закривати замки, перекривати крани, відкривати або закривати штори чи жалюзі.

Також як актуатори використовують розумні розетки, які контролюються мікроконтроллером Arduino. Вони застосовуються наприклад для встановлення температури на кондиціонері, включення або виключення електричних приладів.

Актуатори будуть виконувати дію відштовхуючись від даних отриманих мікроконтроллером Arduino від певного датчика розташованого у розумному домі. Актуатор RS-L8 24B 2000 зображений на рисунку 2.14.



Рисунок 2.14 - Зображення актуатора RS-L8 24B 2000

Наприклад запрограмований певним чином мікроконтроллер отримує інформацію від датчику освітлення і керує актуатором на відкриття або закриття штор.

2.2.8 ЖК-дисплей LCD 2004

Модуль LCD дисплея 2004 із модулем I2C. Даний рідкокристалічний дисплей 2004 має 20 символів у кожній рядку, рядків у нього відповідно 4. Звичайно є і інші дисплеї за розміром та кольором, можна обрати який подобається більше.

LCD 2004 модуль використовується для перетворення сигналів від контролерів та датчиків у графічну інформацію. Управління LCD модулем здійснюється або від Arduino контролера, або іншого мікропроцесорного

керуючого пристрою через відповідні виходи. На платі є змінний резистор, яким здійснюється регулювання контрастності дисплея.

Даний модуль, поширений у використанні, радіоаматори та розробники найчастіше використовують саме його. Звичайно, його основними перевагами є те, що він недорогий, простий у підключенні та досить функціональний.

Як і більшість дисплеїв, можна виводити різні значення такі, як, текстові, графічні, цифрові, зображення. Передача значень по шині I2C простий і зрозумілий навіть дітям.

Шина I2C це послідовна шина даних, яка служить для зв'язку між інтегральними схемами певного приладу, у нашому випадку рідко кристалічного дисплея. Її ще називають як інтерфейсна шина. ІС або I2C (у деяких документаціях пишуть по-різному), значно спрощує підключення будь-якого електричного приладу до якого підключено.

Обрані датчики для системи «Розумний будинок», що проєктується, перераховані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік обраних датчиків для розробки системи «Розумний будинок»

Призначення датчика	Датчик температури	Датчик руху	Датчик дощу	Датчик газу	Датчик відкриття дверей	Датчик рівня води	ЖК Дисплей
Назва	DS1820	HC-SR501	YL-83	MQ-2	MC-38	EZ3508	LCD 2004

Датчики наведені у таблиці мають аналоги, які теж можна використовувати, але ці датчики мають дуже гарне співвідношення функціоналу та надійності до ціни. Наприклад, можна обрати інший дисплей, який може відображати одночасно більше інформації з датчиків.

2.3 Структурна схема системи «Розумний будинок»

Перед тим, як почати безпосередньо розробку самого проєкту потрібно повністю продумати, який функціонал буде реалізовуватись за допомогою плати, щоб мати приблизне уявлення, які елементи потрібні, продумати їх розташування та підключення.

Умовне розташування елементів схеми показує структурна схема зображена на малюнку 2.15.

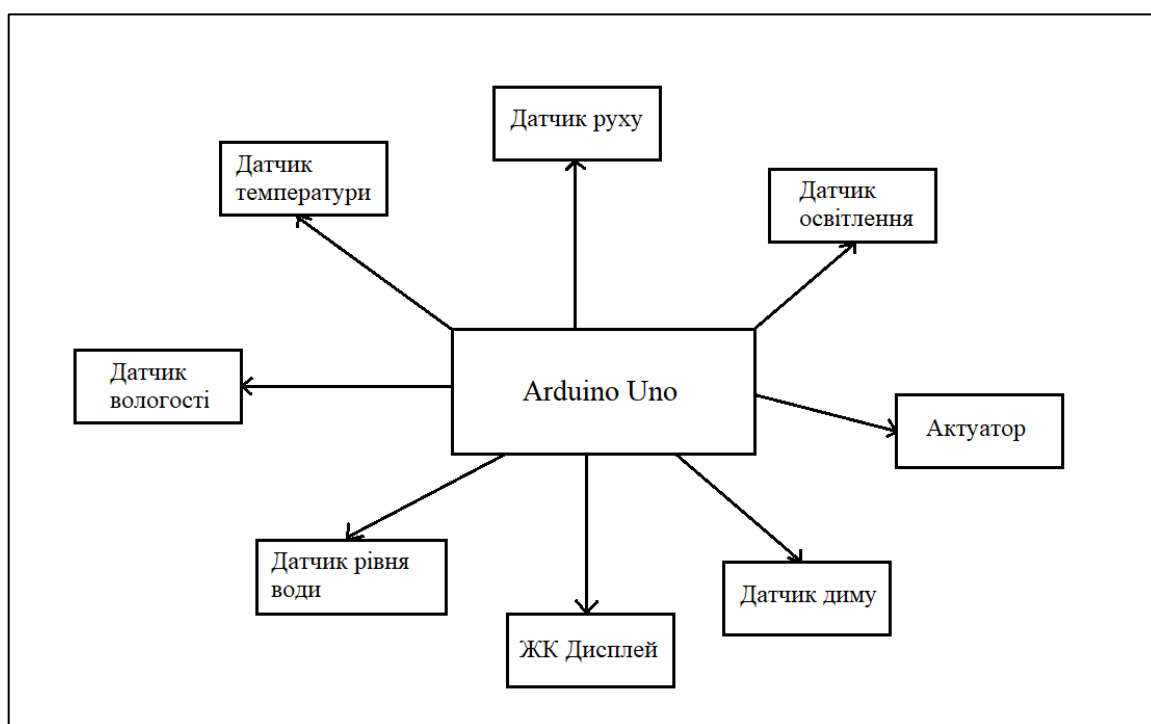


Рисунок 2.15 – Структурна схема розташування елементів системи «Розумний будинок»

На структурній схемі зображено датчик руху, який використовується для зчитування руху, його можна застосувати наприклад для включення/виключення освітлення, або для сигналізації, якщо датчик встановлений ззовні будівлі.

Датчик освітлення можна використовувати для керування наприклад шторами, коли на вулиці темно – закривати їх, а коли сонячно відкривати, також для керування штучним освітлення всередині будівлі.

Датчик температури використовується для керування системою клімату, або можна просто відображати інформацію про температуру повітря.

Датчик диму буде сигналізувати, якщо газу або диму у повітрі більше за встановлене порогове значення для забезпечення безпеки від загоряння речей або задимлення.

Датчик вологості встановлюється наприклад в санвузлі аби запобігти протіканню труб водопостачання, також його можна застосувати для садибної ділянки для відстеження вологості ґрунту щоб керувати системою поливу.

Актuator – це прилад для керування елементами інтер'єру, наприклад датчик освітлення передає інформацію мікроконтролеру, що на вулиці темно, запрограмований мікроконтролер подає команду актуатору (сервоприводу) для закриття штор.

ЖК дисплей буде відображати інформацію з датчиків.

2.4 Макетна схема системи «Розумний будинок»

Макетна та принципова схеми для даного проєкту розроблені у програмі Fritzing.

Програма Fritzing призначена для розробки електронних пристроїв від прототипу у вигляді макетної плати до кінцевого продукту у вигляді друкованої плати.

Пристрої створюються з готових елементів, список яких можна подивитися у правому верхньому кутку програми, які включають монтажну плату Arduino, різні аналогові та цифрові мікросхеми, транзистори, світлодіоди, резистори, конденсатори, кнопки, макетні плати, батарейки та навіть моторчики.

Додаток є утилітою з відкритим вихідним кодом, що полегшує процес роботи фахівців різного рівня (художників, інженерів, дизайнерів і т.д.). Програма дозволяє створювати моделі друкованої плати.

Макетна плата дозволяє легко з'єднувати безліч електронних компонентів без паяння. Завдяки цьому ті самі радіокомпоненти можна використовувати при розробці інших пристроїв. Тому використання макетної плати ідеально підходить для вивчення електроніки.

Електронна схема складається із правильно підключених електронних компонентів. Струм протікає через систему і «оживляє» весь пристрій. В основному радіокомпоненти припаюють до друкованої плати (це використовують у разі остаточного складання).

Зібрана макетна схема у програмі Fritzing зображена на рисунку 2.16:

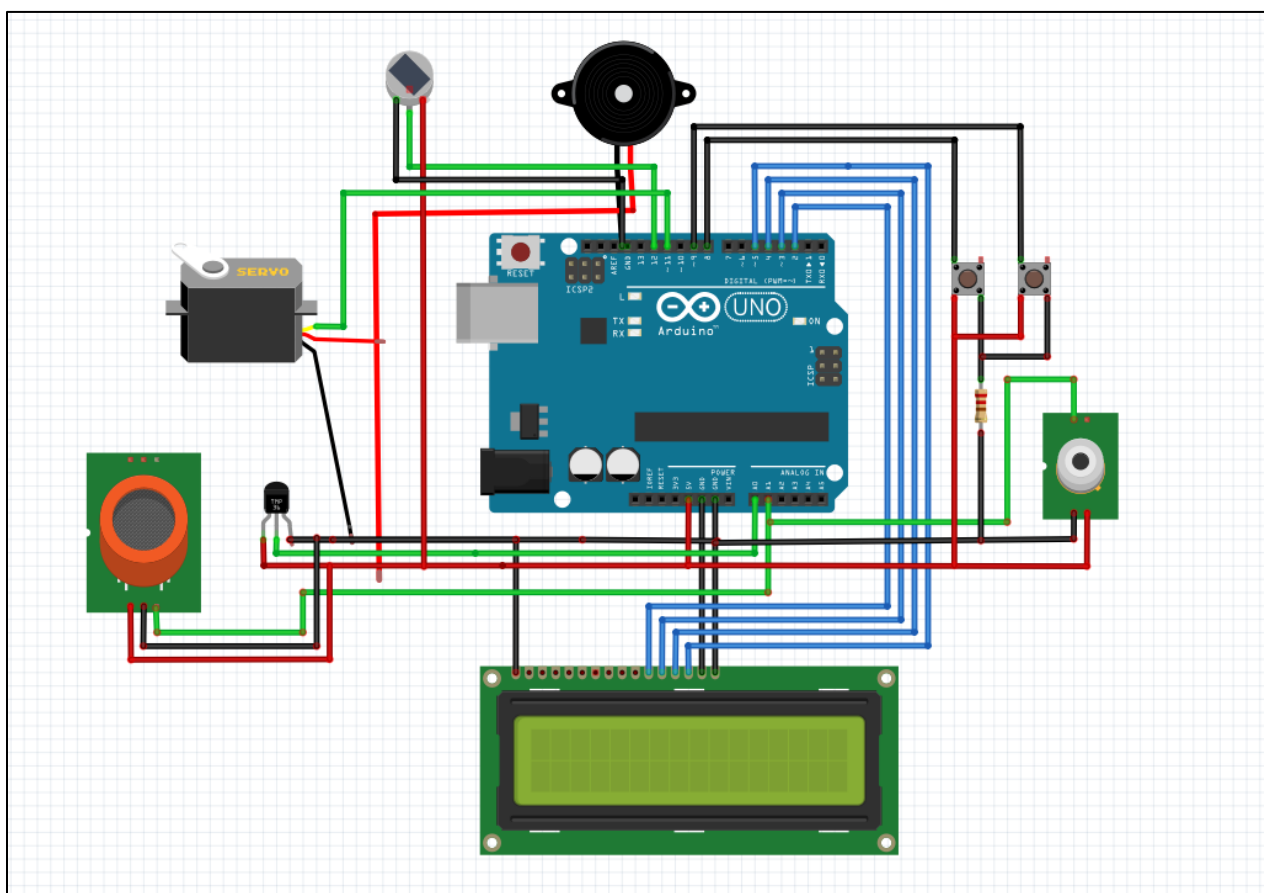


Рисунок 2.16 - Макетна схема системи «Розумний будинок»

Однак перш ніж ми перейдемо до такого постійного збирання, бажано зібрати прототип майбутнього пристрою, який обійдеться вам дешевше і дозволить легко вносити будь-які зміни.

Макетна плата є пластиковим корпусом з отворами, розташованими на відстані 0,1 дюйма або 2,54 мм один від одного (це звичайний крок для роз'ємів, мікросхем і т. д.). Усередині корпусу є спеціальні металеві пластини (розділені пластиковими перегородками). Вони дозволяють легко з'єднувати елементи у єдину схему.

Програма Fritzing взагалі дозволяє збирати такі макетні плати на комп'ютері.

2.5 Принципова схема системи «Розумний будинок»

Принципова схема, принципова електрична схема - графічне зображення (модель), що служить для передачі за допомогою умовних графічних і буквено-цифрових позначень (пиктограм) зв'язків між елементами електричного пристрою.

Принципова схема, на відміну від розведення друкованої плати, не показує взаємного (фізичного) розташування елементів, лише вказує те що, які контакти реальних елементів (наприклад, мікросхем) з якими з'єднуються. При цьому допускається об'єднання групи ліній зв'язку в шини, але необхідно чітко вказувати номери ліній, що входять до шини та виходять із неї. Використання спрямованих ліній зв'язку, на відміну структурної та функціональної схем, не допускається. Зазвичай, розробки радіоелектронного пристрою, процес створення принципової схеми є проміжним ланкою між стадіями розробки функціональної схеми і проектуванням друкованої плати. Принципова схема зображена на рисунку 2.17.

На цій схемі видно які піни мікроконтролера використовуються для підключення складових елементів системи «Розумний будинок» таких, як датчик освітлення, руху, диму, актуатора, кнопок та дисплею.

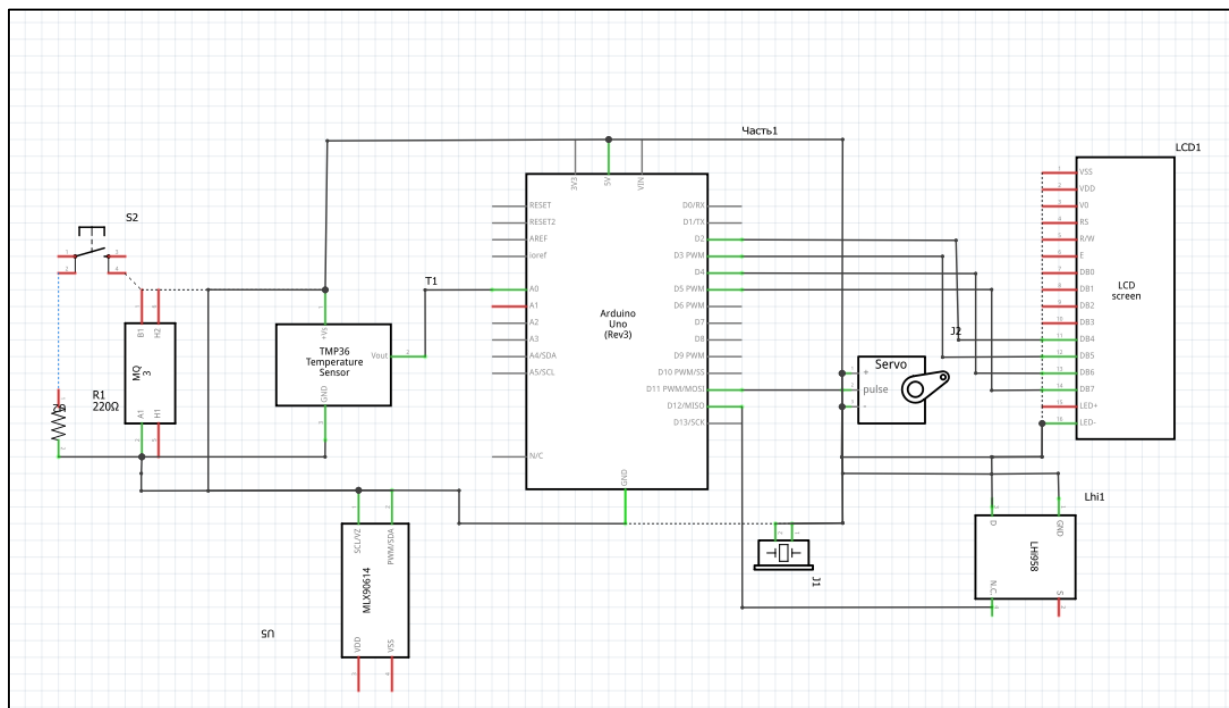


Рисунок 2.17 - Принципова схема системи «Розумний будинок» на базі Arduino

Для розробки системи обрано плату на основі мікроконтролера Arduino Uno, оскільки вона має функціонал потрібний для цього просту та має багато входів/виходів, що дає можливість встановити ще більше пристроїв (датчиків, актуаторів).

Обрані датчики, які відповідають певним вимогам, мають відносно невелику вартість, гарний функціонал та мають багато хороших відгуків від користувачів, які ними користувались. Датчики дають можливість відслідковувати температуру повітря, зчитувати погодні умови. Для забезпечення безпеки будівлі в рамках проєкту використовуються датчики задимлення та закриття/відкриття дверей/вікон.

3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ

Для того, щоб плата Arduino виконувала потрібні функції, необхідно розробити та завантажити в саму плату код, який зручно писати та завантажувати за допомогою Arduino IDE.

Arduino IDE - це інтегроване середовище розробки для Windows, MacOS та Linux, розроблене на Cі та C++, призначене для створення та завантаження програм на Arduino-сумісні плати, а також на плати інших виробників.

Просте та функціональне середовище розробки для створення власного ПЗ, яким керуються численні пристрої, зібрані як початківцями, так і досвідченими користувачами. З'єднання ПК із мікроконтролером реалізовано через інтерфейс USB. Код мовою Cі та C++ пишеться в редакторі, в якому є підсвічування команд та спеллчекер.

Середовище розробки програмного забезпечення (IDE) для конструктів на основі плат Arduino з'явилося одночасно з апаратною частиною популярної платформи. Це логічно, адже концепція, за якої інженеру не доводиться працювати з програматором, передбачає, що інструкції мають бути легко прошиті в мікроконтролер.

Низький поріг входження у конструювання своїх електронних пристроїв досягається з допомогою простоти написання програмної частини. У кожен мікроконтролер вшитий завантажувач, який трансформує інструкції, написані людиною, в машинні коди без використання апаратного програматора.

Розробники-початківці та досвідчені інженери-електронщики цінують легкість, з якою створюється працюючий прототип або готовий пристрій. Для роботи з апаратурою потрібен лише комп'ютер із встановленим середовищем розробки, яке вільно поширюється.

Arduino IDE включає не тільки редактор, але ще й компілятор, що працює в парі з завантажувачем. Для ознайомлення з можливостями передбачені готові

шаблони коду, які одразу завантажуються у пристрій. Початківцям зазвичай демонструють миготіння світлодіода із заданою періодичністю.

Середовище розробки розповсюджується вільно. Як компілятор середовище використовує відомий `avr-gcc`, а значить, що «з коробки» користувач отримує підтримку оригінальних плат з архітектурою AVR та аналогів. [11]

3.1 Програмування контролера Arduino

Інтерфейс у IDE для Arduino гранично лаконічний: меню та функціональні кнопки - зверху, редактор - у центрі, лог роботи компілятора та завантажувача - внизу.

3.1.1 Підключення датчику диму

Датчик диму використовується для відслідковування задимлення у приміщенні, нижче описаний код для плати мікроконтролера, за допомогою якого плата буде отримувати дані з датчику диму та у разі задимлення подавати сигнал на зумер для подачі звукового сигналу. Задимлення – розповсюдження диму, що виникає у наслідок горіння рідких або твердих матеріалів у приміщенні або на відкритому просторі.

На платі модуля передбачено компаратор для визначення порогового значення концентрації шкідливих речовин. Порогове значення спрацьовування визначається потенціометром.

При створенні коду для датчику диму для мікроконтролера Arduino має бути передбачена наступна послідовність команд:

- Підключення бібліотек до проєкту;
- Визначення використовуваних пінів плати мікроконтролера;
- Призначення пінів у режим входу/виходу;
- Написання основного коду.

Код для підключення датчику диму описаний у лістингу 3.2:

Лістинг 3.1 - Код підключення датчику диму

```
//Визначення пінів плати мікроконтроллера:
int pinD = A3;
int pinLR = 2;
int pinLG = 3;
int pinZum = 11;
int DValue;
const int ultimateLevel = 500;
void Signal();
//Призначення піна pinLR у режим виходу:
void setup()
{
    pinMode(pinLedRed, OUTPUT);
    pinMode(pinLedGreen, OUTPUT);
    pinMode(pinZum, OUTPUT);
}
//Зчитування показань датчика та програмування реакції:
void loop()
{
    datDValue = analogRead(pinDatD);
    if (datDValue > ultimateLevel)
    {
        digitalWrite(pinLedGreen, LOW);
        Signal();
    }
    else
    {
        digitalWrite(pinLedGreen, HIGH);
        digitalWrite(pinLedRed, LOW);
        digitalWrite(pinZum, LOW);
    }
}
//Програмування функції індикації:
void Signal()
{
    digitalWrite(pinLedRed, HIGH);
    digitalWrite(pinZum, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(pinLedRed, LOW);
    digitalWrite(pinZum, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(pinLedRed, HIGH);
    digitalWrite(pinZum, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(pinLedRed, LOW);
    digitalWrite(pinZum, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(pinLedRed, HIGH);
    digitalWrite(pinZum, HIGH);
    delay(300);
}
```

3.1.2 Підключення датчику руху

Датчик руху використовується, наприклад, для керування світлом у будівлі. Його можна запрограмувати для освітлення, наприклад, коридору, коли людина повертається додому в темний час доби. Або фіксувати рух у дворі вночі для захисту будівлі.

При написанні коду для датчику руху для мікроконтроллера Arduino має бути передбачена наступна послідовність команд:

- підключення бібліотек до проєкту;
- визначення використовуваних пінів плати мікроконтроллера;
- призначення пінів у режим входу/виходу;
- написання основного коду.

Код для підключення датчика руху описаний у лістингу 3.2:

Лістинг 3.2 - Код підключення датчику руху

```
//Визначення пінів плати мікроконтроллера:
void setup() {
  Serial.begin(9600);

  pinMode(PIN_D, INPUT);
  pinMode(PIN_LED, OUTPUT);
}
void loop() {
  int Value = digitalRead(PIN_D);
  Serial.println(digitalRead(PIN_D));

  //Програмування реакції на рух:
  if (Value)
  {
    digitalWrite(PIN_LED, HIGH);
    Serial.println("Motion detected");
    delay(2000);
  }
  else
  {
    digitalWrite(PIN_LED, LOW);
  }
}
```

3.1.3 Підключення датчика температури

Датчик температури DS18B20 використовує для обміну інформацією з мікроконтроллером Arduino протокол 1-Wire, для якого вже написана відмінна бібліотека. Можна використовувати її для того, щоб не реалізовувати всі функції вручну. Підключається бібліотека за допомогою команди `#include <OneWire.h>`.

Лістинг складається з наступної послідовності команд:

- підключення бібліотек до проєкту;
- визначення використовуваних пінів плати мікроконтроллера;
- призначення пінів у режим входу/виходу;
- написання основного коду.

Код для підключення датчика температури описаний у лістингу 3.3:

Лістинг 3.3 - Код підключення датчика температури

```
#include <OneWire.h>
OneWire ds(8);
void setup(){
    Serial.begin(9600);
}

//Визначення місця для зберігання даних зчитаних з датчика:
void loop(){
    byte data[2];
    ds.reset();
    ds.write(0xCC);
    ds.write(0x44);
    delay(1000);
    ds.reset();
    ds.write(0xCC);
    ds.write(0xBE);

    //Зчитування значень температури датчика:
    data[0] = ds.read();
    data[1] = ds.read();

    //Вивід значення температури:
    Serial.println(temperature);

    //Код для датчику температури без використання команди delay:

#include <OneWire.h>

int temperature = 0;
long lastUpdateTime = 0;
const int TEMP_UPDATE_TIME = 1000;
```

```

void setup() {
    Serial.begin(9600);
}
//Зчитування даних з датчика:
void loop() {
    detectTemperature();
    Serial.println(temperature);
}

int detectTemperature() {

    byte data[2];
    ds.reset();
    ds.write(0xCC);
    ds.write(0x44);

    if (millis() - lastUpdateTime > TEMP_UPDATE_TIME)
    {
        lastUpdateTime = millis();
        ds.reset();
        ds.write(0xCC);
        ds.write(0xBE);
        data[0] = ds.read();
        data[1] = ds.read();
    }
}

```

До плати можна підключити декілька датчиків температури. Усі датчики DS18B20 підключаються паралельно, для них достатньо одного резистора. За допомогою бібліотеки OneWire можна одночасно зчитувати усі дані з усіх датчиків. Якщо кількість датчиків, що підключаються більше 10, потрібно підібрати резистор з опором не більше 1,6 кОм. Також для більш точного вимірювання температури потрібно поставити додатковий резистор на 100-120 Ом між виходом data на платі Arduino та data на кожному датчику. Дізнатися, з якого датчика отримано те чи інше значення, можна за допомогою унікального 64-бітного серійного коду, який буде виданий в результаті виконання програми.

3.1.4 Підключення датчику вологості

Датчик дощу та протікання можна використовувати для створення пристроїв, що реагують на появу вологості у вигляді крапель. Серед переваг розглянутого модуля можна відзначити його простоту, зручність та дешевизну. Підключається датчик за допомогою аналогового чи цифрового виходів.

Код для підключення датчику вологості наведений у лістингу 3.4:

Лістинг 3.4 - Код підключення датчику вологості

```
//Визначення портів плати мікроконтролера:
#define PIN_RAIN_SEN A1
#define PIN_ALERT 6
#define MAX_COUNTER 30
#define ALERT_LEVEL 300
int curCounter= 0;

void setup(){
    Serial.begin(9600);
    pinMode(PIN_ALERT, OUTPUT);
    pinMode(PIN_RAIN_SENSOR, INPUT);
}

void loop(){
    int sensorValue = analogRead(PIN_RAIN_SENSOR);
    Serial.println(sensorValue);
    delay(300);

    //Програмування реакції на вологу:
    if (curCounter >= MAX_COUNTER){
        digitalWrite(PIN_ALERT, HIGH);
        curCounter = MAX_COUNTER;
    }

    //Визначення рівня вологості:
    if (sensorValue < ALERT_LEVEL){
        curCounter++;
    }else {
        digitalWrite(PIN_ALERT, LOW);
        curCounter = 0;
    }
    delay(1000);
}
```

3.1.5 Підключення дисплею

Модуль LCD дисплея 2004 із модулем I2C. Даний рідкокристалічний дисплей 2004 має 20 символів у кожній рядку, рядків у нього відповідно 4. Звичайно є і інші дисплеї за розміром та кольором, можна обрати який подобається більше.

Код для підключення дисплею наведений у лістингу 3.5:

Лістинг 3.5 - Код підключення дисплею

```

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

#define printByte(args)  write(args);
#define TEMPERATURE_PRECISION 9
OneWire oneWire(SENSOR_PIN);

//Вивід зображення на дисплей при запуску дисплея:
byte logo0[8] = {0b00011, 0b00110, 0b01110, 0b11111,
0b11011, 0b11001, 0b00000, 0b00000};
byte logo1[8] = {0b10000, 0b00001, 0b00001, 0b00001,
0b00000, 0b10001, 0b11011, 0b11111};
byte logo2[8] = {0b11100, 0b11000, 0b10001, 0b11011,
0b11111, 0b11100, 0b00000, 0b00000};
byte logo3[8] = {0b00000, 0b00001, 0b00011, 0b00111,
0b01101, 0b00111, 0b00010, 0b00000};
byte logo4[8] = {0b11111, 0b11111, 0b11011, 0b10001,
0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000};
byte logo5[8] = {0b00000, 0b10000, 0b11000, 0b11100,
0b11110, 0b11100, 0b01000, 0b00000};

//Налаштування відображення значків температури, вологості,
датчиків руху, датчиків відкриття дверей/вікон:

byte degree[8] = {0b11100, 0b10100, 0b11100, 0b00000,
0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000};
byte right_empty[8] = {0b11111, 0b00001, 0b00001, 0b00001,
0b00001, 0b00001, 0b00001, 0b11111};
byte left_empty[8] = {0b11111, 0b10000, 0b10000, 0b10000,
0b10000, 0b10000, 0b10000, 0b11111};
byte center_empty[8] = {0b11111, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b11111};
byte row8[8] = {0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111};
byte row7[8] = {0b00000, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111};
byte row6[8] = {0b00000, 0b00000, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111};
byte row5[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b11111,
0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111};
byte row4[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111};
byte row3[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b00000, 0b11111, 0b11111, 0b11111};
byte row2[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b00000, 0b00000, 0b11111, 0b11111};
byte row1[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b11111};

//Визначення масивів даних та робота з ними:
char inData[82];
byte PLOTmem[6][16];

```

```

byte blocks, halves;
byte index = 0;
int display_mode = 6;
String string_convert;
unsigned long timeout, blink_timer, uptime_timer, plot_timer;
boolean lightState, redraw_flag = 1, updateDisplay_flag,
updateTemp_flag, timeout_flag = 1;
byte mainTemp;
byte lines[] = {4, 5, 7, 6};
byte plotLines[] = {0, 1, 4, 5, 6, 7};
String perc;
unsigned long sec;
unsigned long mins, hrs;
byte temp1, temp2;
boolean btn1_sig, btn2_sig, btn1_flag, btn2_flag, btn3_flag,
btn3_sig, timeoutLCDclear = 0, restoreConnectToPC=0;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Timer1.initialize(40);

    pinMode(BTN1, INPUT_PULLUP);
    pinMode(BTN2, INPUT_PULLUP);
    sensors.begin();
    sensors.getAddress(Thermometer1, 0);
    sensors.setResolution(Thermometer1, TEMPERATURE_PRECISION);

    //Ініціалізація дисплея:
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.clear();
    show_logo();

```

Даний модуль, поширений у використанні, радіоаматори та розробники найчастіше використовують саме його. Звичайно, його основними перевагами є те, що він недорогий, простий у підключенні та досить функціональний.

3.1.6 Підключення датчика відкриття дверей

Датчики відкриття дверей/вікон використовують для отримання інформації про те, чи закриті/відкриті двері або вікна.

Код для підключення датчика відкриття дверей наведений у лістингу 3.6:

Лістинг 3.6 - Код підключення датчика відкриття дверей

```

#define gerconPin 2
#define ledPin 13
byte gercon;
void setup() {

```

```

    Serial.begin(9600);
    pinMode(gerconPin, INPUT);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
//Зчитування інформації датчика:
void loop() {
    gercon = digitalRead(gerconPin);
    Serial.print("Reed Switch Sensor - ");
    Serial.println(gercon);
    if (gercon == HIGH)
        digitalWrite(ledPin, HIGH);
    else
        digitalWrite(ledPin, LOW);
}

```

Ці датчики можна використовувати для забезпечення безпеки будівлі або для провітрювання приміщення.

3.1.7 Підключення актуатора

За допомогою актуаторів можна здійснювати, наприклад, відкриття/закриття дверей або вікон для провітрювання, керувати шторами для регулювання освітленням оселі або закривати/відкривати крани подачі води для поливу присадибної ділянки.

Код для підключення актуатора наведений у лістингу 3.7:

Лістинг 3.7 - Код підключення актуатора

```

constexpr auto PIN_DRIVER_DIR = 5;
constexpr auto PIN_DRIVER_SPEED = 6;
void setup() {
    pinMode(PIN_DRIVER_DIR, OUTPUT);
    pinMode(PIN_DRIVER_SPEED, OUTPUT);
}
//Керування актуатором:
void loop() {
    digitalWrite(PIN_DRIVER_DIR, HIGH);
    digitalWrite(PIN_DRIVER_SPEED, HIGH);
    delay(7000);
    digitalWrite(PIN_DRIVER_DIR, LOW);
    digitalWrite(PIN_DRIVER_SPEED, HIGH);
    delay(7000);
}

```

Можна підключити багато таких актуаторів для керування великою кількістю різних елементів будівлі.

3.2 Розроблена система «Розумний будинок»

У результаті розробки проекту розроблена система, яка керується платою на базі мікроконтролера Arduino Uno, до якої підключено датчики освітлення, вологості, задимлення та руху для зчитування інформації мікроконтролером інформації з навколишнього середовища.

Система керування «Розумний будинок» зображена на рисунку 3.1:

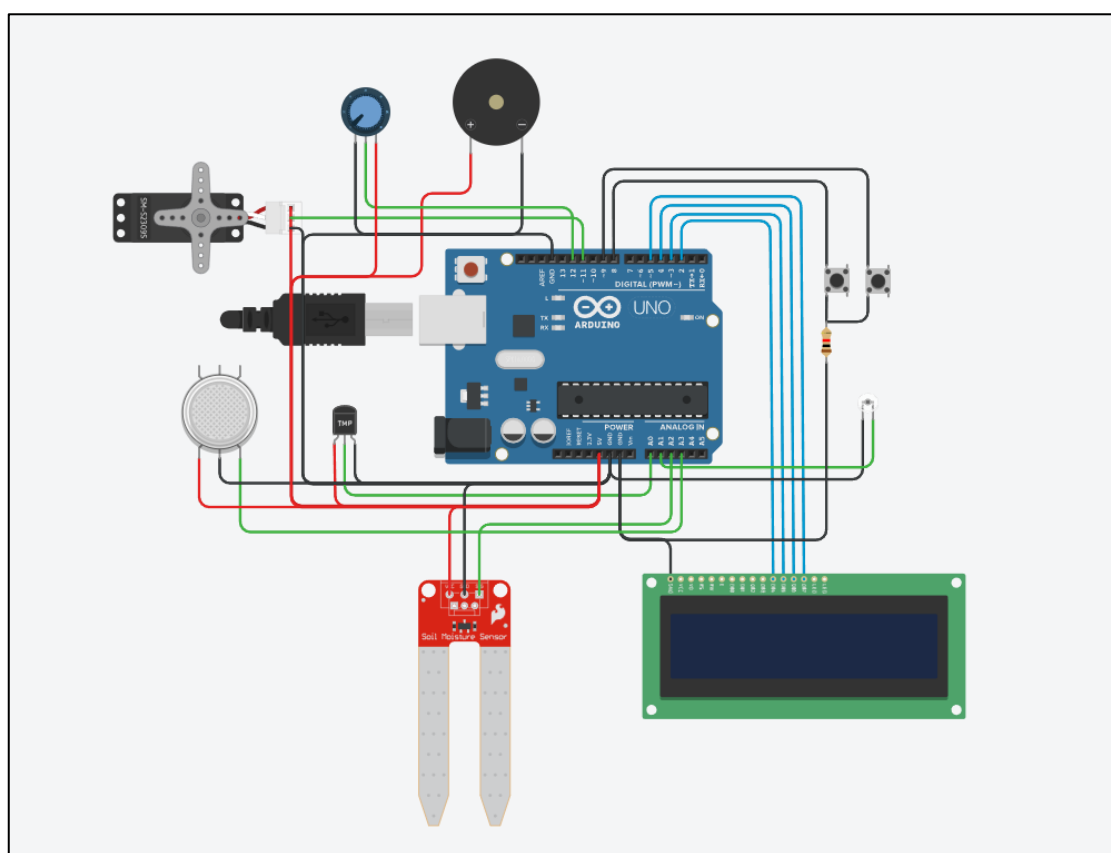


Рисунок 3.1 – Зображення системи керування «Розумний будинок»

Для керування елементами інтер'єру, наприклад шторами або вікнами використовуються актуатори.

Схема керування системою «Розумний будинок» зібрана на сайті tinkercad, веб-сайті, що дозволяє моделювати проекти, записувати код до мікроконтролерів та запускати виконання програми для перевірки роботи схеми. [13]

Суть полягає у тому, що плата мікроконтролера зчитує інформацію з датчиків, описаних вище, і на основі програмного коду керує актуаторами та виводить інформацію на дисплей.

У цьому розділі описано процес програмування та розглянуто результати розробки системи «Розумний будинок» на базі мікроконтролера Arduino з використанням датчиків, вибір, переваги та опис яких розглянуто у попередніх розділах. Для взаємодії та керування системою використовуються актуатори. Поточна інформація про стан системи виводиться на дисплей.

Система є повністю працездатною і готовою до реалізації.

3.3 Розширення можливостей системи

3.3.1 Бездротова реалізація системи «Розумний будинок»

Розроблену систему для керування «Розумним домом» можна зібрати бездротовою, для цього можна використовувати бездротовий передавач SYN115 та приймач SYN480R, що зображені на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 - Зображення бездротового передавача та приймача

Такі датчики коштують відносно дешево, але передавач потрібно купувати для кожного датчика, від якого потрібно отримувати дані по радіоканалу. Для передачі інформації ці бездротові модулі на частоті 433MHz.

Код для бездротового підключення датчика температури навколишнього середовища наведений у лістингу 3.8:

Лістинг 3.8 – Код бездротового підключення датчика температури DS18B20

```
//Ініціалізація портів та підключення бібліотек
#define G433_SPEED 1000
#define RADIO_BUF_SIZE 5
#define RADIO_DATA PB0
#define RADIO_VCC PB3
#define DS_DATA PB1
#define DS_VCC PB2

#include <Gyver433.h>
#include <GyverPower.h>
#include <microDS18B20.h>
#include <util/delay.h>

//Призначення портів
void setup() {
    pinMode(RADIO_VCC, OUTPUT);
    pinMode(DS_VCC, OUTPUT);
}

//Зчитування температури повітря
void loop() {
    digitalWrite(DS_VCC, HIGH);
    _delay_ms(1);
```

```
//Формування та відправка пакету даних
ds.requestTemp();
uint16_t result = ds.getRaw();
uint8_t data[3];
data[0] = 0xA5;
data[1] = highByte(result);
data[2] = lowByte(result);

digitalWrite(RADIO_VCC, HIGH);
delay_ms(1);
tx.sendData(data);
digitalWrite(RADIO_VCC, LOW);
}
```

Бездротове підключення можна використовувати за бажанням, але потрібно враховувати, що така система споживає більше електроенергії та для кожного передавача потрібне своє джерело живлення.

3.3.2 Резервування системи «Розумний будинок»

Можна підвищити відмовостійкість розробленої системи, для цього розробляється схема резервних приладів, які можуть бути підключені до плати методом «гарячого» резервування. Наприклад до плати під'єднано датчик температури повітря, і якщо користувачу потрібно увесь час отримувати дані з цього датчику, до плати можна підключити другий датчик, що буде працювати навіть якщо перший датчик вийшов з ладу.

Існують і інші методи резервування приладів: «тепле» резервування – прилади під'єднані в основну схему, але не працюють одночасно з приладами, що резервуються, це дозволяє заощадити ресурс приладів, що знаходяться у резерві, «холодне» резервування - прилади зібрані у робочу схему, але підключаються тільки коли знадобилася заміна приладу, який вийшов з ладу, для такого обслуговування системи потрібно вимикати. Умовна схема резервування зображена на рисунку 3.3.

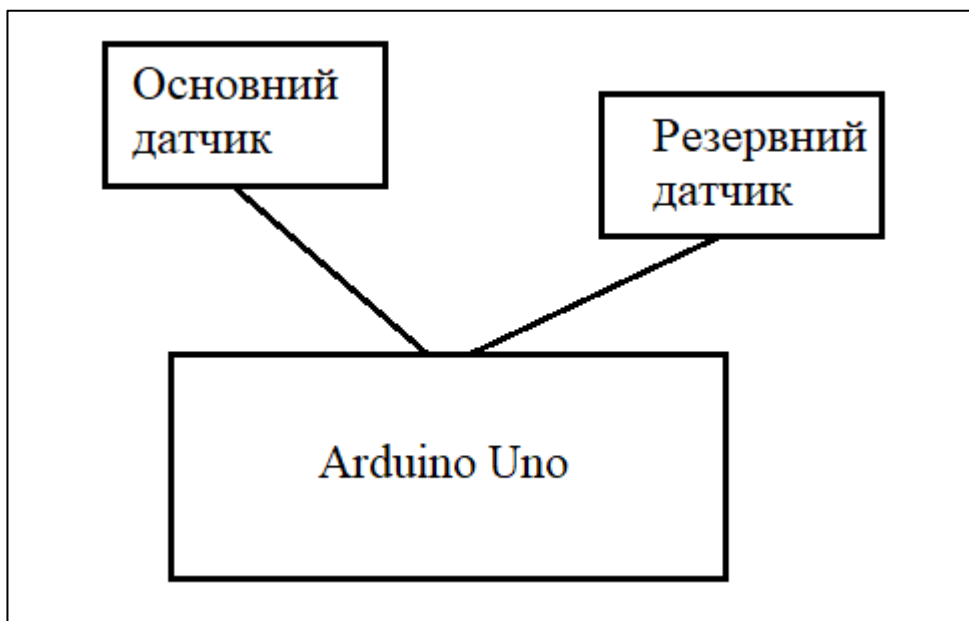


Рисунок 3.3 – умовна схема резервування датчику

На рисунку 3.3 зображене «гаряче» підключення. Недоліком такого підключення є те, що обидва датчики, основний і резервний працюють одночасно, і теоретично можуть вийти з ладу. Можна запрограмувати мікроконтролер таким чином, що інформація буде зчитуватися з одного датчика з конкретного виходу плати, у разі якщо датчик вийде з ладу, плата перестане отримувати інформацію з порту цього датчика і почне працювати з іншим портом, до якого під'єднаний резервний датчик.

Для розробленої схеми можна не застосовувати схеми резервування для більшості датчиків. Має сенс застосувати систему резервування для датчиків руху, освітлення та датчиків відкриття дверей. Іншими словами – до датчиків, що забезпечують безпеку. У разі виходу з ладу датчиків їх можна відключити від плати та просто під'єднати новий датчик у той самий вихід плати.

ВИСНОВКИ

Метою даного дипломного проєкту була розробка системи «Розумний будинок» на базі плати Arduino.

Серед широкого вибору систем «Розумного будинку» для забезпечення вузькоспеціалізованих задач найбільш перспективним є розробка системи керування на базі мікроконтролера Arduino. Така система:

- має відносно невисоку вартість;
- дає можливість підтримки відкритих протоколів передавання даних;
- має можливість підключення великої кількості датчиків різних виробників;
- вигідно виділяється малим енергоспоживанням;
- її монтаж проводиться простіше порівняно з іншими рішеннями.

Система на основі мікроконтролера Arduino підтримує дротове з'єднання, що може стати критичним при необхідності забезпечення зниженого енергоспоживання, а також додаткового захисту від злоумисників. Останнє зумовлено тим, що для доступу до датчиків потрібно змінювати код прошивки та завантажувати його до плати мікроконтролера.

Для реалізації мети проєктування були розглянуті існуючі варіанти систем «Розумний будинок», які представлені на ринку, проаналізовані їх переваги та недоліки. На основі отриманих висновків сформований функціонал системи, обрані методи проєктування та елементи системи. В якості блоку керування обрано плату Arduino Uno, яка задовольняє вимогам проєкту та має малий розмір, що робить користування нею зручнішим.

Після вибору елементів схеми розроблено структурну, макетну та принципову схеми, які відображають розташування плати датчиків та актуаторів. Розроблено програмний код для взаємодії плати мікроконтроллера з датчиками.

Розглянуто функціонал системи та протестовано її роботу. За результатами проєктування отримано працездатну систему, готову для її фактичного втілення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Electronic Archive of Sumy State University. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua> (date of access: 21.10.2023).
- 2 Веб-сайт інженерної компанії ALTER AIR. URL: <https://alterair.ua/stati/> (дата звернення: 16.11.2023).
3. Офіційна сторінка опису платформи Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> (дата звернення: 19.11.2023).
- 4 Офіційна сторінка опису програмного забезпечення платформи Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/en/software> (дата звернення: 26.11.2023).
- 5 Веб-сайт Тернопільського національного технічного університету. URL: https://wiki.tntu.edu.ua/Arduino_Mega_2560 (дата звернення: 28.11.2023).
- 6 Веб-сайт опису принципів роботи, програмування та проєктування мікропроцесорів і мікроконтролерів. URL: https://microchipinf.com/ua_articles/55/717 (дата звернення: 29.10.2023).
- 7 Кеньо Г. В., Хома В. В. Моделирование розумного будинку в середовищі Cisco Packet Tracer: підруч. Львівська політехніка - 2022, 104 с.
- 8 Веб-сайт офіційного представника Arduino в Україні. URL: <https://arduino.ua> (дата звернення: 16.11.2023).
- 9 Programming Arduino: Getting Started with Sketches (English Edition), 2nd Edition, by Simon Monk, 2016.
- 10 Object Management Group® Standards Development Organization. URL: <https://www.omg.org/index.htm/> (date of access: 24.11.2023).
- 11 Офіційна сторінка розробки проєктів на платформі Arduino. <https://www.arduino.cc/education> (дата звернення: 17.11.2023).
- 12 Катренко А. В., Пасічник В. В. Прийняття рішень: теорія та практика : підруч. Львів : Новий світ – 2000, 2023. 447 с.
- 13 Веб-сайт для проєктування та тестування схем. URL: <https://www.tinkercad.com> (дата звернення: 28.11.2023).