

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему:

**«РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО КОНТРОЛЮ ПОБУТОВИХ
ПРИЛАДІВ»**

Виконав: здобувач групи ІТ-41

спеціальності 126 «Інформаційні системи та
технології»

_____ Карп'як О. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник: _____ Пташник В. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ-2024

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

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)

д.т.н., професор, Тригуба А. М.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ ” 202 року

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

Карп`як Олександр Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи віддаленого контролю побутових приладів»
керівник роботи к. т. н., доцент., Пташник В. В.

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

затверджені наказом Львівського НУП від 27.11.2023 року № 641/к-с

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: характеристика сучасних дротових та бездротових рішень інтернету речей; технічна документація до інженерного обладнання розумного будинку (Ajax Mimi Smart Domos); науково-технічна і довідкова література.

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

Вступ

аналіз об'єкту проектування

Принципи роботи системи дистанційного керування побутовими приладами

Розробка алгоритму програми та його реалізація

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

Графічний матеріал подається у вигляді презентації

6. Консультанти розділів

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

7. Дата видачі завдання 28 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	<i>Складання інженерної характеристики об'єкту проектування, аналіз аналогів</i>	<i>28.11.2023 – 31.12.2023</i>	
2	<i>Визначення принципів роботи системи дистанційного керування побутовими приладами</i>	<i>01.01.2024 – 28.02.2024</i>	
3	<i>Розробка алгоритму роботи системи дистанційного керування побутовими приладами та її реалізація</i>	<i>01.03.2024 – 30.04.2024</i>	
4	<i>Розгляд питань з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях</i>	<i>01.05.2024 – 14.05.2024</i>	
5	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та презентаційного матеріалу</i>	<i>15.05.2024 – 31.05.2024</i>	
6	<i>Завершення роботи в цілому. Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи</i>	<i>01.06.2024 – 10.06.2024</i>	

Здобувач Карп'як О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи Пташник В. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 681.521 / 681.518

Розробка системи віддаленого контролю побутових приладів.
Карп'як О. М. Кафедра інформаційних технологій – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024.

Кваліфікаційна робота: 47 сторінок текстової частини, 30 рисунків, 2 таблиці, 16 джерел літератури.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у вивченні структурних та функціональних зв'язків елементів інформаційної системи віддаленого контролю побутових приладів у структурі розумного будинку.

Об'єктом дослідження є особливості функціонування інформаційної системи віддаленого контролю побутових приладів у структурі розумного будинку.

Предмет дослідження вивчає програмні алгоритми та технічні засоби, необхідні для реалізації дистанційного керування елементами розумного будинку.

У роботі проаналізовано предметну область, визначено основні можливості розумного будинку у сфері управління користувацьким обладнанням. Розглянуто промислові аналоги та визначено завдання можливого вдосконалення. Обґрунтовано особливості реалізації та практичного використання елементів системи віддаленого управління побутовими приладами. Запропоновано практичну реалізацію такої системи на базі мікроконтролера Arduino Mega. Здійснено розробку програмного алгоритму та його практичну реалізацію. Проведено аналіз безпечних умов експлуатації та можливих травматичних ситуацій під час інсталяції та використання системи віддаленого управління побутовими приладами, викладено питання охорони праці.

Ключові слова: інформаційна система, інтернет речей, розумний будинок, віддалене керування, хмарна платформа.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	8
1.1 Аналіз вимог до комп’ютерної системи для керування «розумними» побутовими приладами.....	8
1.2 Аналіз можливих рішень поставленого завдання	9
1.3 Огляд існуючих варіантів реалізації систем «розумний будинок»	11
1.3.1 Елементи домашньої автоматизації Ajax.....	12
1.3.2 Система розумний дім Mimi Smart.....	12
1.3.3 Розумний дім Domos	13
1.4 Порівняння систем керування «розумними» приладами.....	14
РОЗДІЛ 2. ПРИНЦИПИ РОБОТИ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ПБУТОВИМИ ПРИЛАДАМИ	15
2.1 Розробка структури системи керування «розумними» приладами	15
2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення комп’ютеризованої системи керування «розумними» приладами	18
2.2.1 Вибір мікроконтролера	18
2.2.2 Wi-Fi модуль.....	20
2.2.3 Модуль давача температури	20
2.2.4 Модуль давача освітлення	21
2.2.5 Модуль давача руху	22
2.2.6 Модуль годинника.....	23
2.2.7 Модуль реле.....	24
2.2.8 Сервопривід.....	25
2.3 Проектування електричної принципової схеми керуючого модуля.....	26
2.3.1 Середовище проектування електричних схем	26
2.3.2 Опис електричної принципової схеми керуючого модуля системи.....	27
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПРОГРАМИ ТА ЇЇОГО РЕАЛІЗАЦІЯ	29

3.1 Алгоритм роботи системи керування розумними побутовими приладами ...	29
3.2 Налаштування середовища розробки програмного забезпечення.....	31
3.2.1 Вибір мови програмування	31
3.2.2 Вибір середовища розробки програмного коду мікроконтролера	31
3.2.3 Встановлення зовнішніх бібліотек	32
3.3 Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера.....	33
3.3.1 Опис коду для вимірювання температури та вологості	33
3.4 Концепція взаємодії з хмарною платформою.....	34
3.4.1 Функціонал хмарної платформи Vlynk	34
3.4.2 Програмна реалізація обміну даними з додатком Vlynk.....	36
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .	39
4.1 Заходи щодо захисту електрообладнання від короткого замикання.....	39
4.2 Організація охорони праці під час виконання кваліфікаційної роботи	42
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46

ВСТУП

Для сучасної людини комфорт та безпека проживання в будинку є одними з базових потреб. За останні роки в процесі будівництва чи ремонту квартир і будинків стрімко зростає запит на впровадження інтелектуальних систем автоматизації житла. Їх призначенням є економія енергоресурсів та збільшення рівня комфорту при використанні побутових приладів. Для визначення таких систем використовують усталений термін – «розумний дім».

Сучасний користувач звик користуватися технологіями віддаленого керування, які дозволяють не лише економити час, а також дають змогу не залежати від місця в якому він знаходиться. Все частіше відбувається впровадження технологій на базі штучного інтелекту для реалізації завдань побутового характеру.

Система «Розумний дім» дозволяє здійснювати інтелектуальне регулювання освітлення, температури, вологості, забезпечує можливість дистанційного управління побутовими приладами. Сучасний рівень технологій дає змогу створювати комплекс систем управління, які можуть функціонально об'єднувати між собою окремі прилади. Це дозволяє підвищити комфорт проживання та ефективність функціонування систем, знижує витрати коштів на оплату електроенергії, спрощує процес управління системою та зменшує вартість обладнання.

Хоча на ринку наявна велика кількість виробників, які виготовляють та впроваджують рішення для автоматизації процесу управління приладами в будинку, їхня вартість все ще залишається доволі високою. Часто компанії, які пропонують подібні системи використовують в якості центрального модуля управління промислові контролери, які є енергозатратними та громіздкими. Тому розробка автоматизованої системи, яка відповідатиме концепції «розумний дім» за доступною ціною та з малими габаритами є актуальним завданням.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Аналіз вимог до комп'ютерної системи для керування «розумними» побутовими приладами

Під терміном «розумний будинок» (РБ) розуміють сучасну будівлю, в якій реалізована система для забезпечення комфорту, збереження ресурсів та безпеки усіх мешканців. У спрощеному варіанті така система повинна мати можливість розпізнавати конкретні події та ситуації, які відбуваються в середині будинку, і реагувати на них певним чином. При цьому одна з підсистем може керувати поведінкою інших за наперед визначеним алгоритмом [1]. До основних завдань, що покладаються на систему керування «розумними» приладами в будинку відносять:

- автоматичну зміну стану побутових приладів в будинку залежно від стану давачів та наявності керуючих команд від користувачів;
- сповіщення користувачів про зміну стану «розумних» побутових приладів;
- виконання дистанційного контролю за станом «розумних» приладів за допомогою бездротових технологій передачі даних;
- відображення результатів опитування давачів на дисплеї у реальному часі;
- функціонування в реальному часі.

Для реалізації такого функціоналу проєктованої системи необхідно визначитись з платформою, на базі якої буде розроблений центральний керуючий модуль. Очевидно, що для вирішення поставлених задач потрібна досить потужна мікроконтролерна платформа. Вона повинна містити достатню кількість виводів для підключення великої кількості давачів та виконавчих механізмів, необхідних для керування «розумними» приладами. Також потрібно обрати технологію обміну даними між керуючим пристроєм і давачами та актуаторами, з якими буде взаємодіяти керуючий модуль та користувач системи.

1.2 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

«Розумний будинок» є однією з найпрогресивніших концепцій взаємодії користувача з житловим простором, відповідно до якої власник будинку вибирає запрограмований сценарій, а система керування в автоматичному режимі відповідно до наявних умов задає режими роботи та відстежує параметри усіх електроприладів та інженерних систем будинку, підтримує належний рівень комфорту та безпеки у приміщенні [2].

РБ є перспективним напрямком розвитку комунікаційних та інформаційних технологій. По своїй суті це система домашньої автоматизації, яка здійснює аналіз інформації, отриманої від датчиків, та виконує дії для вирішення повсякденних завдань без втручання людини. Це дозволяє користувачу уникнути виконання повсякденних рутинних справ [3].

Фактично, розумний будинок є високотехнологічною концепцією, яка дозволяє управляти інженерними комунікаціями житла [4]. Це досягається шляхом використання програмованої інтелектуальної системи, яка налаштовується залежно від побажань і потреб користувачів. Структура системи керування функціонуванням основних компонентів «розумного будинку» (рис. 1.1) включає в себе п'ять категорій:

- управління електромережею та побутовою технікою;
- управління мультимедійними системами;
- управління системою безпеки;
- управління освітленням;
- управління мікрокліматом будинку.

Показана на рис. 1.2 типова архітектура «розумного будинку», передбачає наявність сервера автоматизації, головного контролера, що відповідає за координацію компонентів системи, та засобів автоматизації, до яких входять різноманітні датчики та актуатори [6].

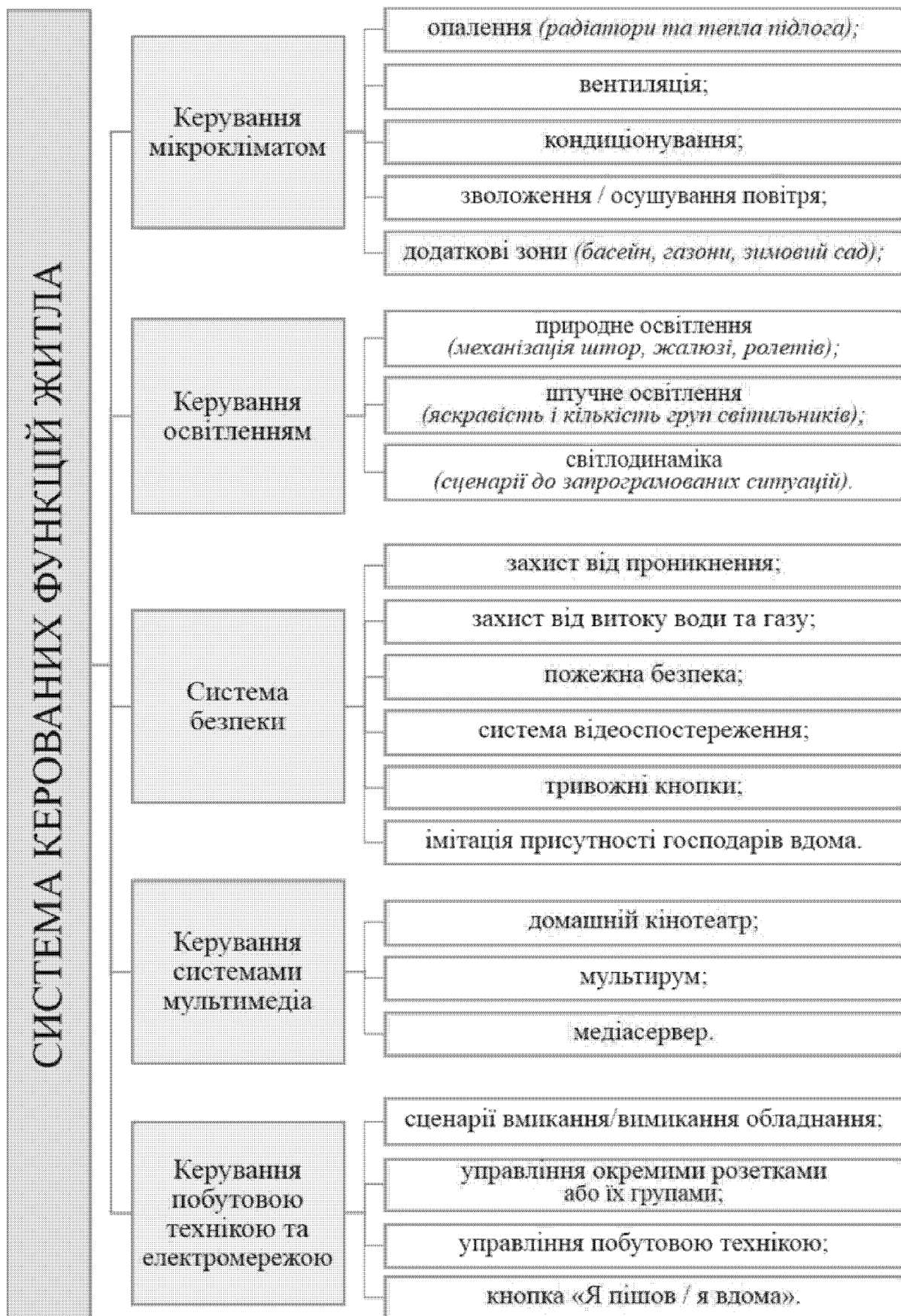


Рисунок 1.1 – Структура системи керування функціонуванням основних компонентів «розумного будинку»

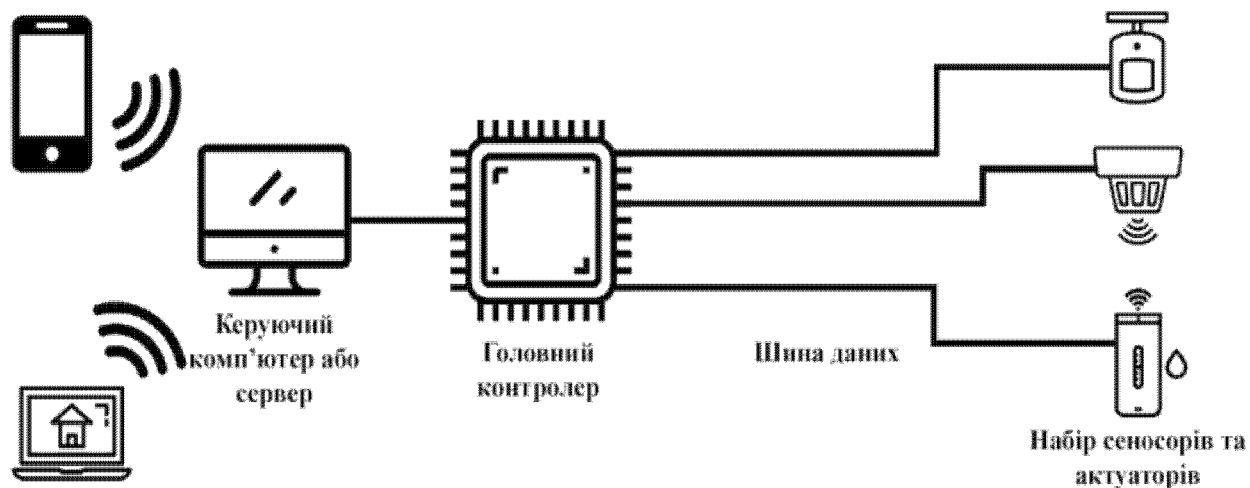


Рисунок 1.2 – Типова архітектура «розумного будинку»

Існує декілька різновидів сучасних систем керування для «розумного будинку» [6]:

- системи, які для обробки інформації використовують віддалений сервер (хмарний сервіс), власником якого є компанія-розробник;
- системи, що застосовують в якості керуючого пристрою планшет чи смартфон користувача;
- системи з власним обчислювальним сервером або контролером.

1.3 Огляд існуючих варіантів реалізації систем «розумний будинок»

На українському ринку представлено велику кількість систем для керування розумними приладами. В цьому підрозділі виконано короткий огляд систем керування розумними приладами від провідних виробників, проаналізовано їх основні параметри та особливості, наведено найважливіші критерії порівняння цих технологій та перспективи подальшого розвитку.

1.3.1 Елементи домашньої автоматизації Ajax

Засоби автоматизації від компанії Ajax здатні виконувати функції розумного будинку [7]. Зокрема, Ajax пропонує розумні розетки та реле, які дозволяють вмикати котел чи бойлер, управляти гаражними воротами, вимикати освітлення, перекривати воду, замикати електрозамки (рис. 1.3). Ці дії можна виконувати дистанційно вручну, або за відповідно до налаштованого сценарію. Важливою додатковою функцією такої системи є можливість відслідковувати електроспоживання приладів у реальному часі.

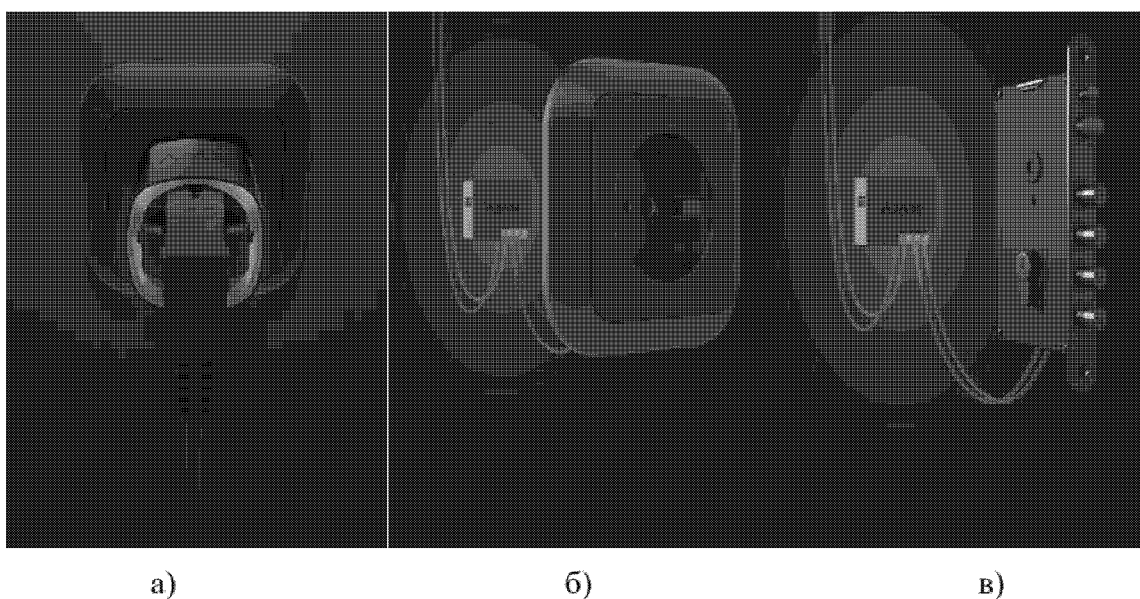


Рисунок 1.3 – Системи керування розумними приладами: а) розумна розетка Socket Ajax ; б) силове реле WallSwitch Ajax; в) слабкострумове реле Relay Ajax

1.3.2 Система розумний дім Mimi Smart

Система управління розумний будинком Mimi Smart забезпечує централізований моніторинг та керування усіма інженерними системами квартири, офісу чи котеджу за допомогою універсального пульта (рис. 1.4), яким може слугувати планшет або мобільний телефон. Ця система, яку виготовляє компанія MimiSystems, дозволяє зменшити експлуатаційні витрати та оптимізувати енерговитрати [8] приміщення.



Рисунок 1.4 – Система керування розумним будинком від компанії MimiSystems

Виробник цієї системи пропонує широкий спектр послуг, який включає: автоматизацію освітлення, що дозволить управляти режимами роботи освітлювальних приладів та економити електроенергію; керування роботом пилососом, що забезпечить автоматизоване прибирання в приміщенні; імітацію присутності, що знизить ймовірність проникнення злоумисників; інтелектуальні термостати, які контролюють мікроклімат в будинку; розумні колонки, які здатні виконувати пошук в інтернеті та працювати в режимі особистого помічника.

1.3.3 Розумний дім Domos

Система управління «Розумний дім», яку пропонує компанія Domos впроваджує інноваційні технології для підвищення комфорту проживання в будинку чи квартирі. В цій системі виробники використовують технологію Zigbee для обміну даними між розумними приладами [9].

Дана система побудована за принципом об'єднання усіх інженерних систем будинку, забезпечуючи можливість постійного дистанційного онлайн керування та контролю за великою кількістю пристроїв та підсистем. Зокрема, система «розумний дім» містить три основні підсистеми: комфорту, економії та безпеки.

Підсистема комфорту забезпечує підтримування оптимального мікроклімату, керування побутовою та медіа технікою. Підсистема безпеки реалізовує охорону приміщення від проникнення, потопу, пожежі шляхом

сповіщення із застосуванням технології GSM, автоматизує процес відкриття дверей, ролет та воріт. Підсистема економії передбачає використання розумного освітлення та реалізацію автоматизованої опалювальної системи.

1.4 Порівняння систем керування «розумними» приладами

Підводячи підсумки огляду та аналізу засобів для керування «розумними» приладами в будинку можна стверджувати, що більшість розглянутих систем застосовують традиційні методи управління підсистемами будинку в сфері енергозбереження, безпеки та комфорту. Ряд дорожчих моделей дають змогу переглядати статистику використання «розумних» приладів та енерговитрати в реальному часі онлайн. Усі розглянуті системи мають свої характерні особливості.

Щодо управління побутовими приладами можна зробити висновок, що система Ajax не призначена для управління побутовими приладами, але деякі автоматизаційні сценарії можуть бути реалізовані за допомогою розумних розеток і реле Ajax. Продукти компанії підтримують власний бездротовий протокол Jeweller, що обмежує взаємодію з пристроями, які не входять в екосистему Ajax.

Система Mimi Smart Підтримує широкий спектр побутових приладів, включаючи розумні лампи, термостати, замки, камери, і навіть деякі кухонні прилади. Робота з популярними протоколами як-от Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi і Bluetooth, дозволяє реалізувати інтеграцію з багатьма сторонніми пристроями.

Розумний дім Domus також пропонує широкий спектр підтримки розумних побутових приладів, таких як розумні пральні машини, холодильники, духовки, кондиціонери і інші пристрої. Він підтримує такі протоколи як Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi, що дає високу сумісність з різними виробниками і моделями розумних пристроїв.

Виконаний огляд та порівняльний аналіз сучасних варіантів реалізації систем «розумний дім» дав змогу прийняти рішення про доцільність застосування концепції IoT для досягнення мети роботи.

РОЗДІЛ 2. ПРИНЦИПИ РОБОТИ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ПОБУТОВИМИ ПРИЛАДАМИ

2.1 Розробка структури системи керування «розумними» приладами

Першою моделлю комп'ютеризованої системи для керування «розумними» приладами в будинку, яка відображає принцип її роботи в загальному вигляді є структурна схема. Перевагою структурної схеми є те, що з її допомогою можна швидко отримати уявлення про склад, структуру і функції, які виконує пристрій, не звертаючи увагу на реалізацію його функціональних частин.

В результаті огляду літературних джерел та аналогів було прийнято рішення проектувати систему керування розумними приладами будинку на основі концепції інтернету речей. Для цього побудовано узагальнену структурну схему системи, яку зображено на рис. 2.1.

Схема містить класичну п'ятирівневу IoT архітектуру. Верхній рівень передбачає використання додатків, з якими буде взаємодіяти користувач в процесі керування розумними приладами. Це може бути додаток до мобільних гаджетів чи онлайн-додаток з веб-інтерфейсом.

Наступний рівень містить хмарну платформу, яка забезпечує акумулювання даних з нижніх рівнів, їх зберігання, опрацювання та аналіз. Взаємодія з рівнем додатків, передбачає використання API.

Мережевий рівень цієї схеми включає в себе компоненти, які забезпечують обмін даними між керуючим модулем та хмарним IoT сервером. Для цього використовуються засоби та технології передачі інформації на основі IP протоколу, зокрема – Wi-Fi.

Термін «туманні обчислення», який запропонований компанією CISCO, відповідно до концепції IoT передбачає наявність обчислювальних потужностей на локальному рівні системи – у безпосередній близькості до давачів, які генерують

дані. Це дає змогу розвантажити канали передачі даних та знизити навантаження на процесори хмарного сервера. Саме тому, в проєктованій системі на рівні туманних обчислень передбачений керуючий модуль на основі мікроконтролера.

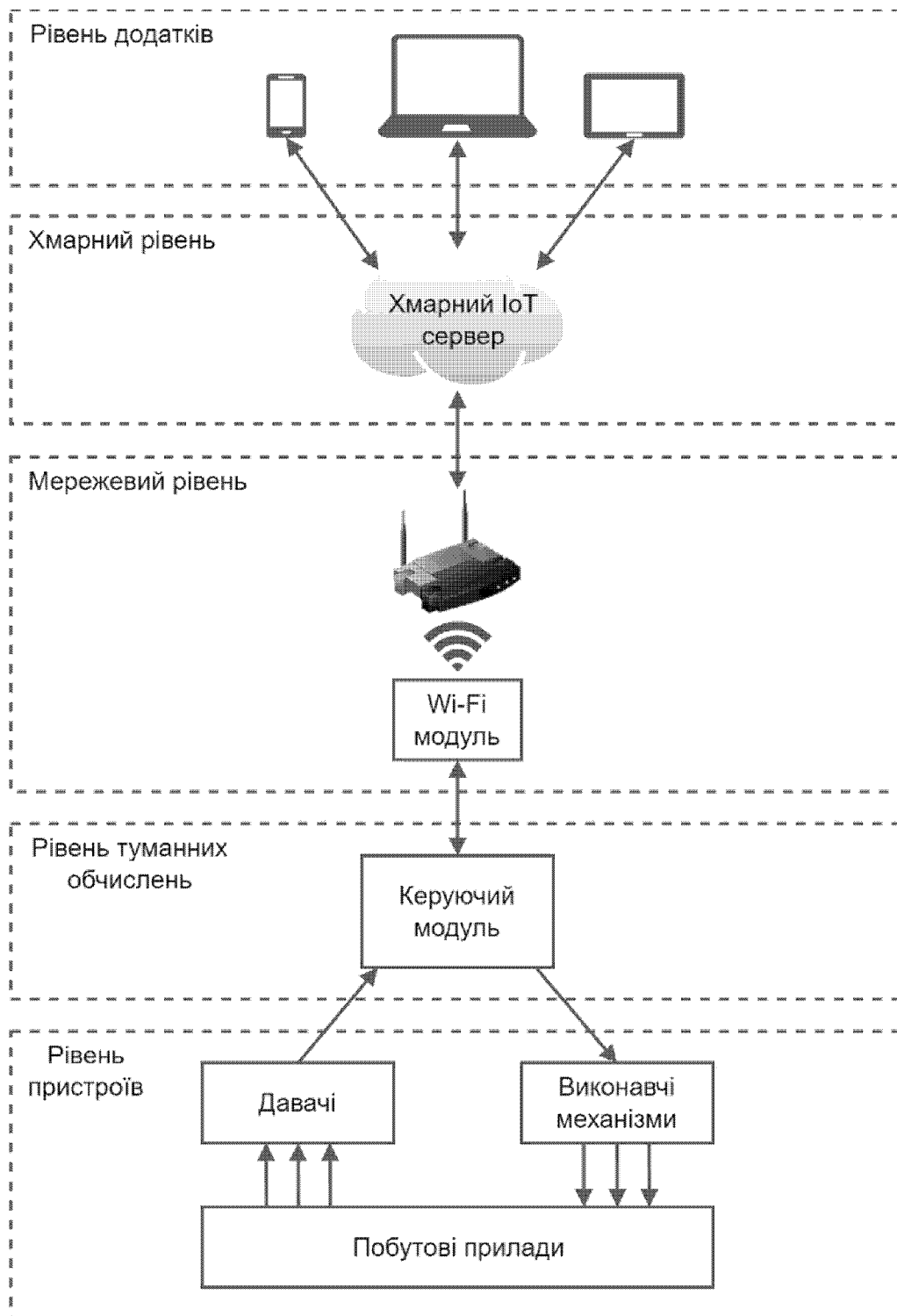


Рисунок 2.1 – Функціональна схема системи керування «розумними» приладами на основі концепції інтернету речей

Найнижчий рівень архітектури IoT в системі для керування розумними приладами містить набір датчиків для вимірювання їх стану та параметрів середовища, в якому вони знаходяться. Крім того, обов'язковим компонентом розробленої схеми є виконавчі механізми, які призначені для реалізації процесу керування побутовими приладами.

Структурна схема керуючого модуля комп'ютеризованої системи для управління «розумними» приладами в будинку, яка показує взаємодію компонентів системи на нижніх трьох рівнях архітектури IoT, представлена на рис. 2.2. В цій схемі для моніторингу параметрів середовища в будинку використовуються датчі температури, вологості, освітленості та руху.

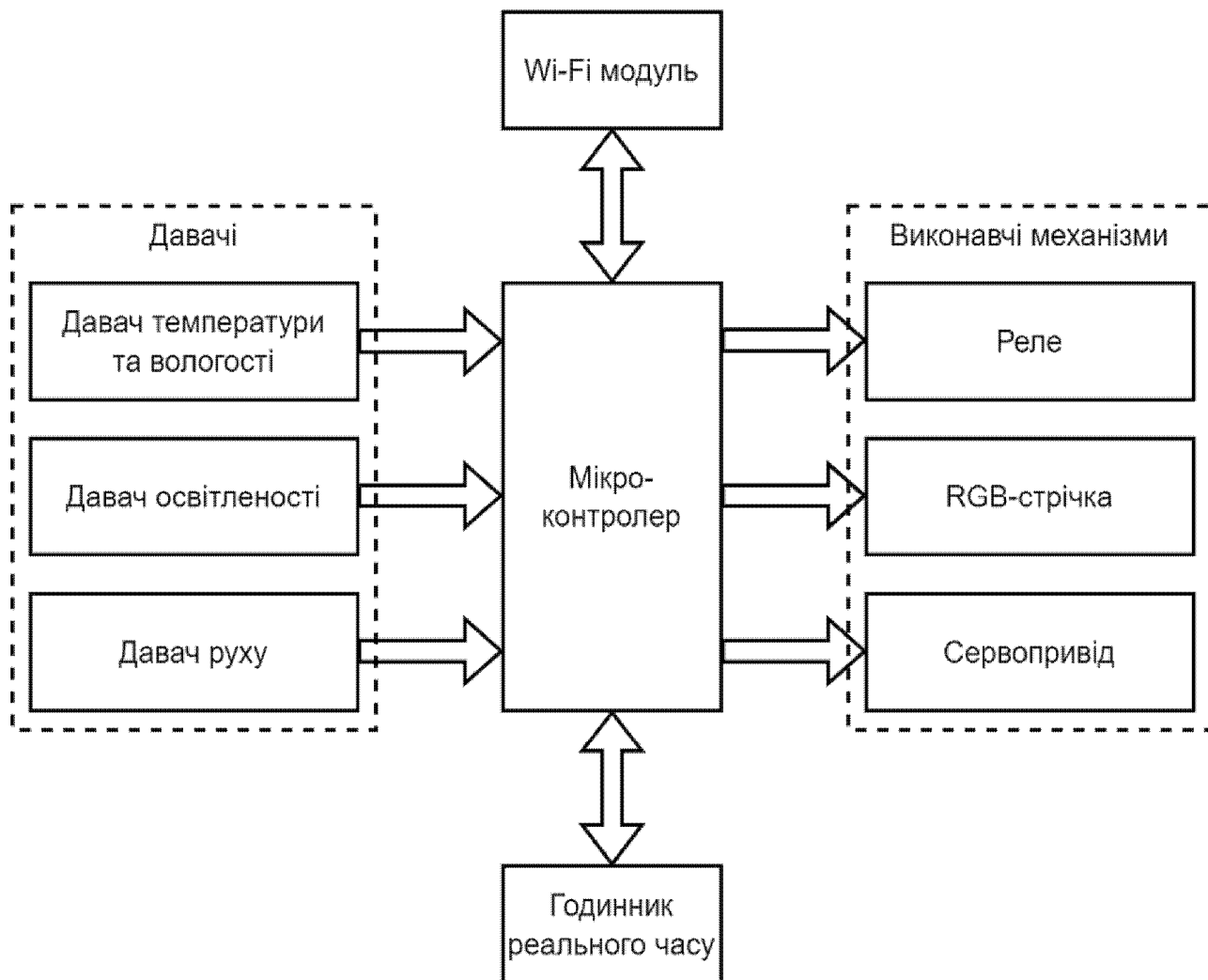


Рисунок 2.2 – Структурна схема керуючого модуля комп'ютеризованої системи для управління «розумними» приладами в будинку

Мікроконтролер є центральним вузлом усієї схеми, оскільки він опрацьовує інформацію від датчиків та формує управляючі сигнали для виконавчих механізмів, відповідає за обмін даними з Wi-Fi модулем та годинником реального часу.

Виконавчі механізми в цій системі представлені у вигляді реле, RGB-стрічки та сервоприводу. Ці компоненти і здійснюють безпосередній вплив на прилади в будинку, якими система має керувати. «Розумним» цей процес управління можна назвати завдяки адаптивності, тобто утворенні керуючих команд з врахуванням показів датчиків, які контролюють стан предметів, забезпечуючи зворотній зв'язок.

Модуль годинника в даній схемі дозволяє здійснювати керування приладами з прив'язкою до часу та дати, наприклад, за певним розкладом. Wi-Fi модуль забезпечує зв'язок мікроконтролера з хмарною платформою, реалізуючи можливість дистанційного керування приладами та моніторингу їх поточного стану за допомогою мобільного додатка чи веб-інтерфейсу.

2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи керування «розумними» приладами

2.2.1 Вибір мікроконтролера

Для управління функціонуванням системи «розумних» приладів в даному проєкті було обрано платформу Arduino Mega (рис. 2.3). Вона відрізняється від інших модифікацій плат Arduino тим, що в ній використаний потужніший мікроконтролер ATmega2560. Це забезпечило підтримку більшої кількості цифрових і аналогових виводів, що дозволило підключати велику кількість датчиків та актуаторів. Більший розмір пам'яті даних та програм дав можливість реалізувати складні алгоритми керування системою «розумних» приладів, відповідно до поставлених задач. На рис. 2.4 представлено принципову схему з розташуванням виводів мікроконтролера ATmega2560.

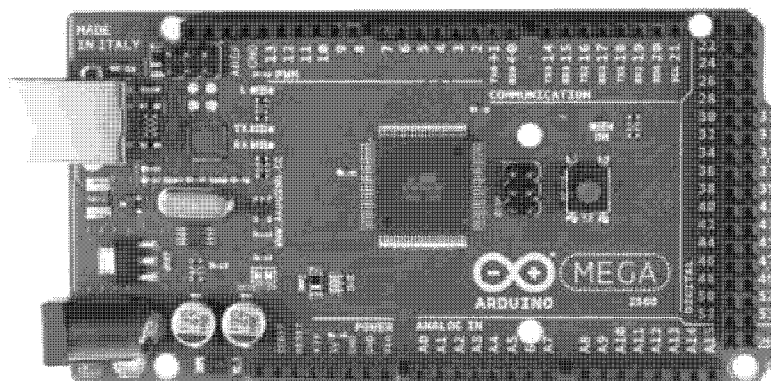


Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд платформи Arduino Mega

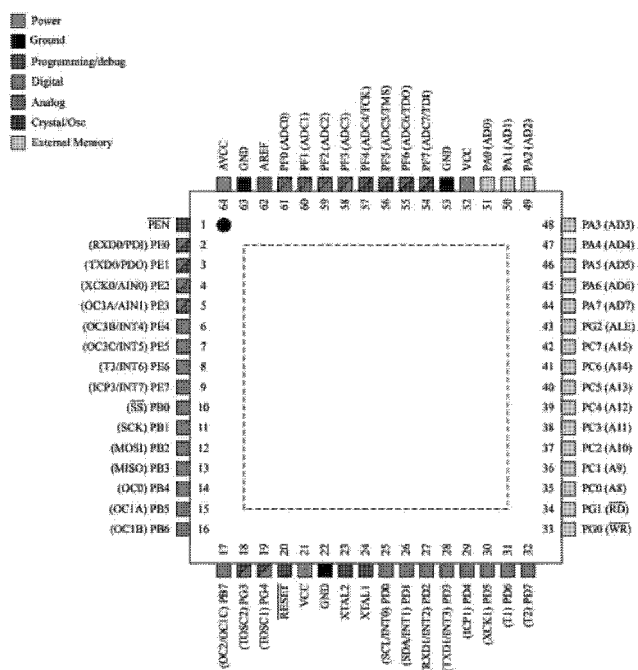


Рисунок 2.4 – Призначення та розташування контактів мікроконтролера ATmega2560

Мікроконтролер ATmega2560 містить п'ятдесят чотири цифрові виводи, п'ятнадцять з яких можуть бути використані для ШІМ. Шістнадцять аналогових входів дозволяють під'єднати відповідну кількість датчиків. Флеш-пам'ять об'ємом 256 кілобайт дозволяє зберігати велику кількість програмного коду. Лише 8 кілобайт флеш-пам'яті використовується на потреби внутрішнього завантажувача платформи. Статична пам'ять SRAM розміром 8 кілобайт та 4 кілобайти EEPROM сприяють швидкому виконанню програми мікроконтролера.

2.2.2 Wi-Fi модуль

Для обміну даними між мікроконтролером та веб-сервером було обрано модуль ESP-01S на основі чіпсета ESP8266EX. Плата модуля містить флеш пам'ять об'ємом два мегабайта для зберігання програмного забезпечення. Мініантена виконана у вигляді доріжки на верхньому шарі плати, використовується для передачі радіосигналу. Модуль ESP-01S містить вісім виводів, через які подається живлення на плату та забезпечується обмін даними з платформою Arduino Mega через UART інтерфейс. На рис. 2.5 показано зовнішній вигляд та призначення виводів використаного Wi-Fi модуля.

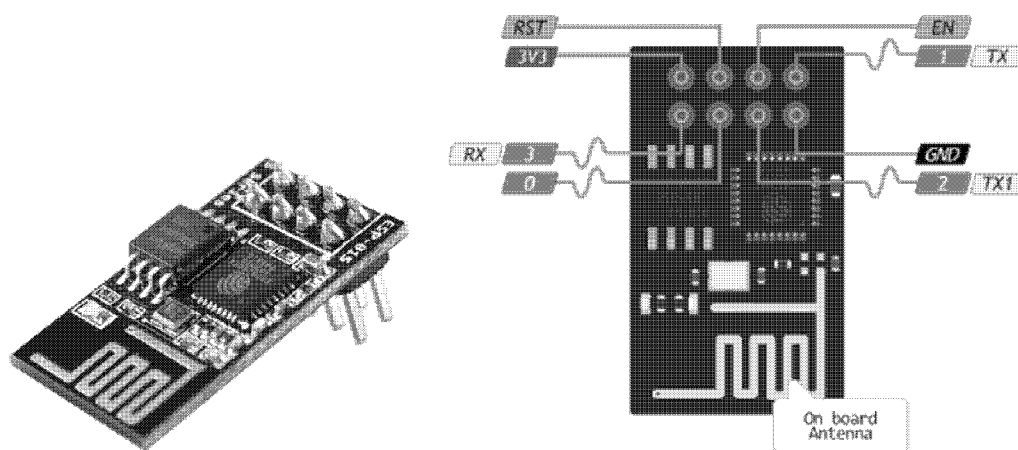


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд та призначення контактів модуля ESP-01S

2.2.3 Модуль давача температури

Для вимірювання температури було обрано цифровий давач DHT11, який дає змогу корегувати вихідний сигнал (рис. 2.6). До складу модуля входить термістор і ємнісний давач вологості. Крім того, цей модуль включає в себе АЦП для перетворення аналогових сигналів температури та вологості у цифрову форму.

В своїй ціновій категорії давач DHT11 є одним з найкращих. Існують точніші аналоги, проте вони суттєво дорожчі. Низька вартість, компактні розміри та наявність у вільному доступі програмних бібліотек для найпоширеніших мікроконтролерів були вагомим фактором при виборі даного модуля.

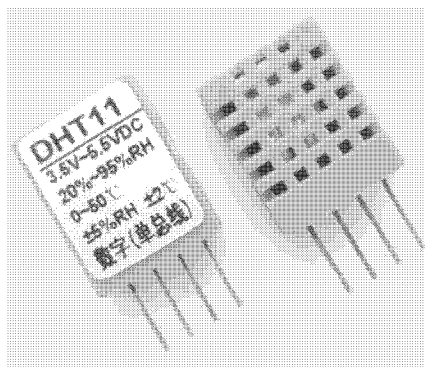


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд модуля датчика температури DHT11

Деякі робочі параметри цифрового термометра DHT11 наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні параметри цифрового термометра/вологоміра DHT11

Параметр	Значення
Напруга	3,3 – 5,5 В
Діапазон вимірювання температури	0 – 50 °С
Похибка	±2 °С

2.2.4 Модуль датчика освітлення

Модуль датчика освітлення RSK205502 в даній системі застосовується з метою вимірювання інтенсивності світлового потоку для підсистеми регулювання освітленості будинку. Основним компонентом цього модуля є світлочутливий фоторезистор, який міняє свій опір залежно від рівня освітленості. На рис. 2.7 показано зовнішній вигляд датчика освітленості RSK205502, а у табл. 2.2 зібрано його технічні характеристики.

Модуль RSK205502 має чотири виводи, два з яких є вихідними (цифровий і аналоговий) і два використовуються для під'єднання живлення. Вивід A0 призначений для зчитування аналогового сигналу датчика. Вивід D0 є цифровим, тобто на ньому може бути встановлене значення логічного «0» чи «1» залежно від яскравості світлового потоку.

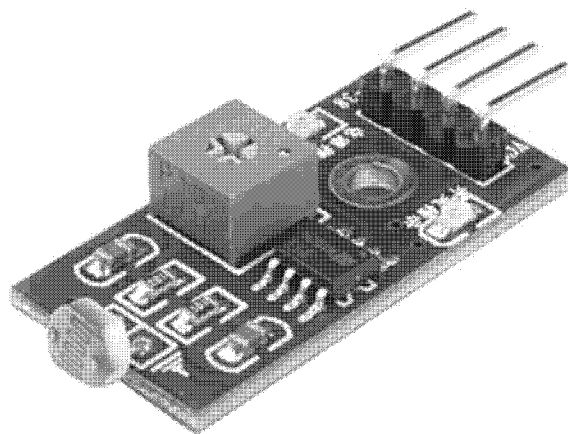


Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд давача освітленості RCK205502

Таблиця 2.2 – Характеристики чутливості давача освітленості RCK205502

Рівень освітленості	Значення опору фоторезистора	Приклад
1000 лк	300 Ом	Похмурий день
100 лк	1500 Ом	Дуже похмурий день
10 лк	10000 Ом	Темна кімната
1 лк	70000 Ом	Місячна ніч
0,1 лк	600 кОм	Безмісячна ніч

2.2.5 Модуль давача руху

Інфрчервоний давач руху HC-SR501 дозволяє виявити наявність руху живих істот на певній регульованій відстані. Принцип дії давача базується на вимірюванні інфрчервоного випромінювання, яке генерується живими істотами.

Модуль містить три виводи, два з яких застосовуються для підключення до напруги живлення, а третій є цифровим виходом. Низький рівень напруги на виході сигналізує про наявність руху в зоні контролю давача, а високий – про його відсутність. Зовнішній вигляд давача руху наведений на рис. 2.8.

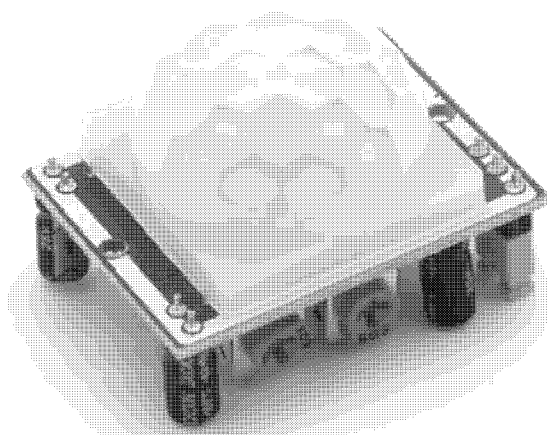


Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд давача руху HC-SR501

Максимальний радіус дії давача становить сім метрів, цього цілком достатньо для застосування в переважній більшості житлових приміщень. Максимальний кут спрацьовування становить сто десять градусів. Час затримки може регулюватися в межах від тридцяти мілісекунд до трьохсот секунд. Рівень напруги, який формує логічну одиницю на виході модуля дорівнює 3,3 В. Давач споживає струм в межах 65 мА та живиться від напруги в діапазоні від 4,5 В до 20 В.

2.2.6 Модуль годинника

Одним з режимів проектованої системи є керування ввімкненням та вимкненням приладів відповідно до встановленого користувачем графіку. Для реалізації цього режиму прийнято рішення використати модуль годинника на базі мікросхеми DS3231 – це малопотужний двійково-десятковий годинник-календар, який містить незалежну статичну пам'ять типу ОЗП розміром п'ятдесят шість байт. Обмін даних та адрес з мікроконтролером здійснюється з використанням послідовного інтерфейсу I²C по двопровідній шині даних.

Годинник функціонує як в двадцяти чотирьох годинному, так і в дванадцяти годинному режимах з відповідним індикатором АМ/РМ. Також модуль може використовуватись у режимі календаря, зберігаючи дані про день тижня. Зовнішній вигляд модуля DS3231 зображено на рис. 2.9.

Призначення виводів модуля DS3231:

- +, - – виводи для підключення напруги живлення;
- SDA – вивід інтерфейсу I²C для послідовної передачі даних;
- SCL – вивід інтерфейсу I²C для передачі імпульсів синхронізації.

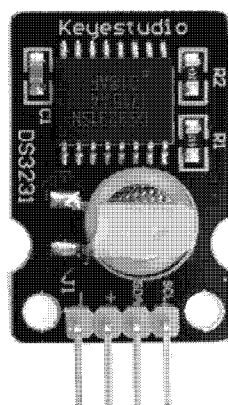


Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд модуля годинника DS3231

2.2.7 Модуль реле

Більшість електричних приладів «розумного будинку», якими повинна керувати проєктована система, в основному живляться від мережі 220 В. Тому, в схемі передбачені модулі реле, за допомогою яких мікроконтролер зможе керувати ввімкненням та вимкненням побутових приладів. Модуль електромеханічного реле SRD-05VDC-SL показано на рис. 2.10, а його електричну схему на рис. 2.11.

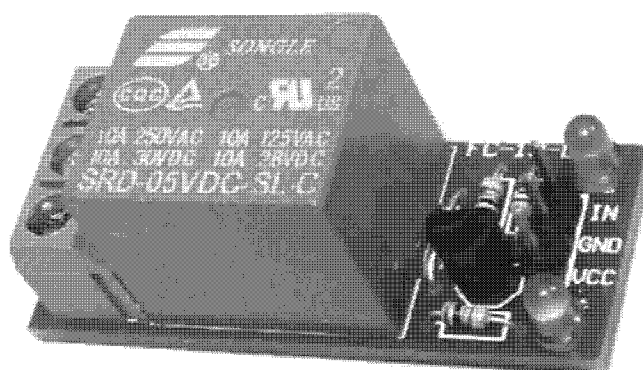


Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд електромеханічного реле

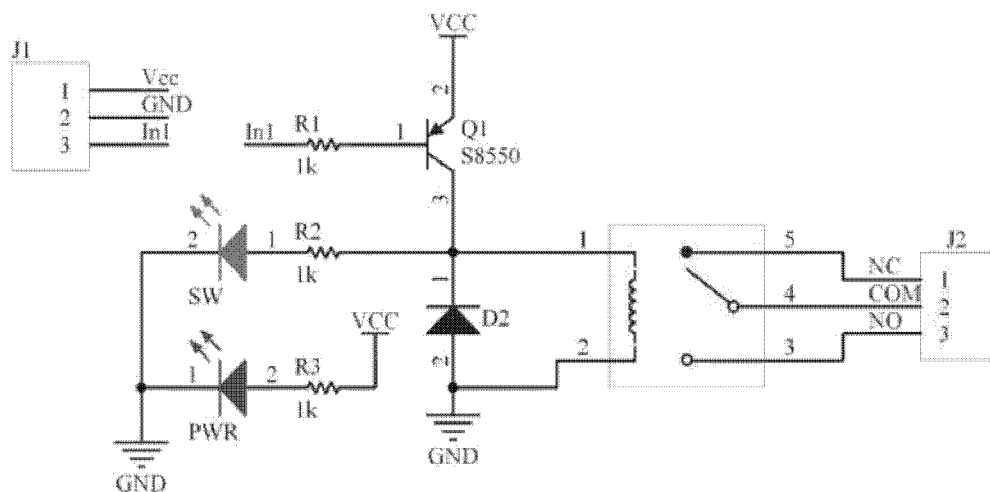


Рисунок 2.11 – Електрична схема модуля реле SRD-05VDC-SL

На платі модуля розміщені дві контактні групи, перша з яких призначена для отримання вхідних керуючих сигналів, а друга – силова, для під'єднання зовнішніх приладів. Зазвичай використовують реле двох типів: в одному з них перемикання буде виконане при подачі на вхід логічного «0», а в іншому – при подачі логічної «1». В проєктованій системі буде використовуватись реле першого типу.

При подачі напруги 5 В починає світитися червоний світлодіод (PWR), при цьому положення реле залишається незмінним. Для того, щоб перемкнути реле в інший стан, потрібно подати рівень логічного «0» на лінію In1, яка під'єднана через резистор R1 безпосередньо на вхід керуючого транзистора Q1.

2.2.8 Сервопривід

Процес управління деякими приладами в будинку (наприклад, для скручування жалюзі чи ролетів), потребує використання актуатора у вигляді механізму, який здатний обертатися. В даній роботі для цих задач було обрано сервопривід, який являє собою механізм з електродвигуном. Ним можна управляти, повертаючи його вісь на заданий кут і утримуючи це положення. Іншими словами, сервопривід – це невеликий двигун, яким можна керувати використовуючи негативний зворотній зв'язок, що дає змогу точно управляти параметрами його

руху та реагувати на зовнішні впливи. На рис. 2.12 наведено зовнішній вигляд найпростішого сервоприводу типу MS9G.



Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд сервоприводу

Принцип дії сервоприводу полягає у тому, що він, отримуючи значення вхідного керуючого параметра (наприклад, кут обертання), порівнює його з показами свого давача. В результаті порівняння електропривід виконує певну дію, наприклад, обертання, уповільнення чи прискорення таким чином, щоб покази внутрішнього давача стали ближчими до значення вхідного параметра. Найбільш розповсюдженими є сервоприводи, які здатні підтримувати необхідну швидкість обертання і ті, що спроможні зберігати заданий кут.

2.3 Проєктування електричної принципової схеми керуючого модуля

2.3.1 Середовище проєктування електричних схем

Для розробки електричної схеми комп'ютеризованої системи керування «розумними» приладами в будинку було обрано середовище проєктування EasyEDA. Воно призначене для автоматизації процесу розробки електричних схем. До особливостей додатка EasyEDA можна віднести те, що він дозволяє працювати над спільним проєктом кільком користувачам одночасно з можливістю спільного наповнення бібліотеки компонентів.

Основним критерієм при виборі цього додатку є те що він повністю безкоштовний для як для персонального використання, так і для комерційного за виключенням деяких платних опцій. На рис. 2.13 показаний вигляд головного вікна веб-версії додатку EasyEDA.

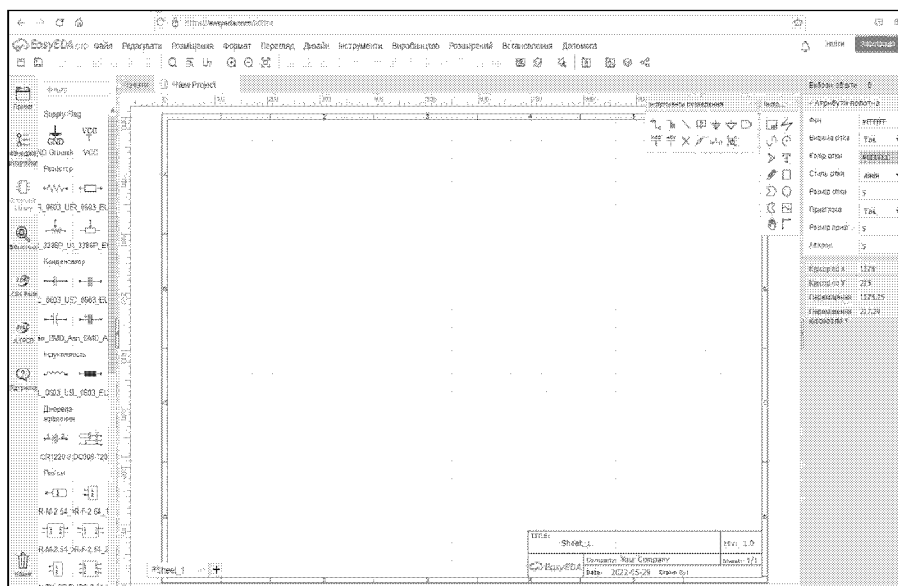


Рисунок 2.13 – Вигляд головного вікна веб-версії середовища проектування електричних схем EasyEDA

2.3.2 Опис електричної принципової схеми керуючого модуля системи

Електрична схема керуючого модуля розроблена на базі структурної схеми системи (див. рис. 2.2). Центральним компонентом схеми є платформа Arduino Mega, яка позначена на схемі U5. Напруга +5 В поступає від роз'єму DC1, який призначений для під'єднання стандартного блока живлення. Мікросхема LM3940 призначена для видачі стабілізованої напруги +3,3 В, яка необхідна для живлення Wi-Fi модуля ESP-01S, що позначений як U7 на схемі. Для обміну даними між цим модулем та Arduino використовується UART інтерфейс. Через різницю в рівнях напруги живлення модулів U5 та U7 для під'єднання лінії TX, яка йде від мікроконтролера, використаний подільник напруги з двох резисторів R3 та R4.

На рис. 2.14 зображено схему електричну принципову керуючого модуля системи для управління «розумними» приладами в будинку.

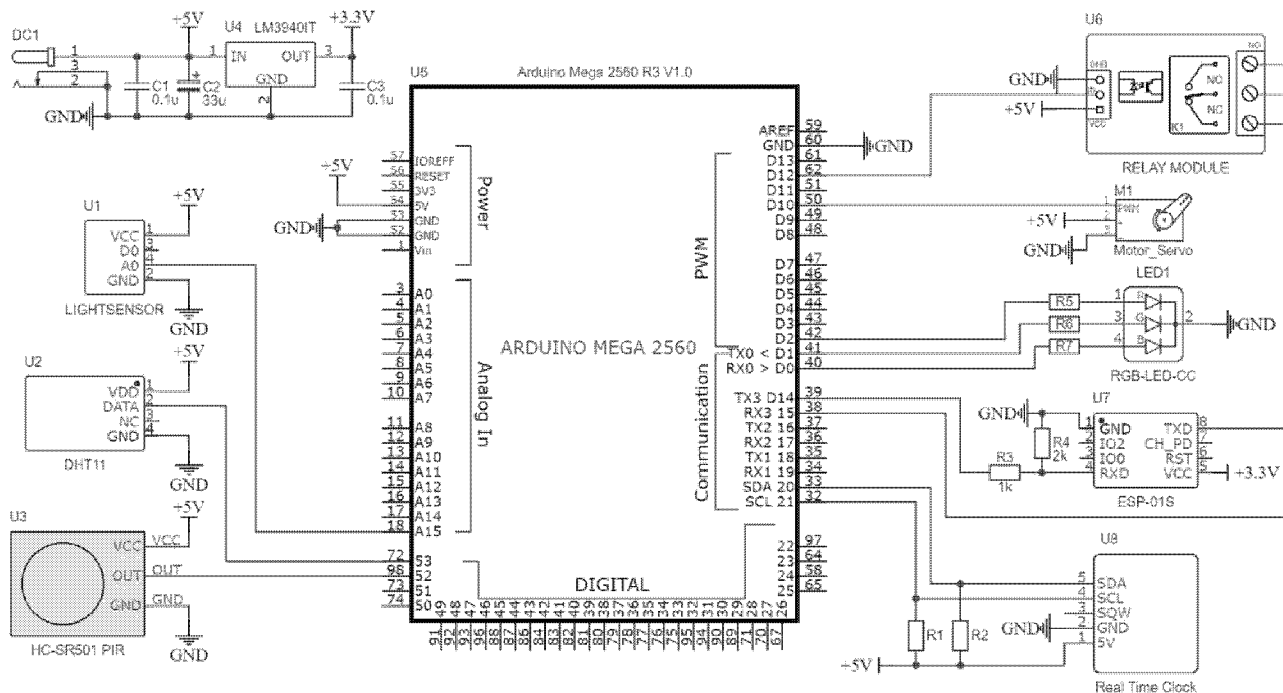


Рисунок 2.14 – Електрична принципова схема керуючого модуля системи для управління «розумними» приладами в будинку

Вихід модуля датчик освітленості U1 під'єднаний до аналогового входу A15. Цифровий вихід датчик вологості та температури DHT11 (U2) під'єднаний до 53 входу мікроконтролера, а вихід датчик руху (U3) – до 52 цифрового входу U5.

Модуль годинника U8 обмінюється інформацією з мікроконтролером по I²C інтерфейсу, тому виводи модуля U7 SCL і SDA з'єднані з відповідними лініями мікроконтролера та підтягнуті до напруги +5 В за допомогою резисторів R1 та R2.

Вхід модуля реле U6 під'єднаний з цифровим виходом мікроконтролера. Модуль сервоприводу з'єднаний з керуючою лінією U5, яка може генерувати ШІМ сигнал. RGB-стрічка LED1 приєднана до цифрових виходів U5 через резистори R5, R6 та R7, які призначені для обмеження струму.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПРОГРАМИ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Алгоритм роботи системи керування розумними побутовими приладами

На рис. 3.1 зображено блок-схему алгоритму роботи програми мікроконтролера проектованої системи.

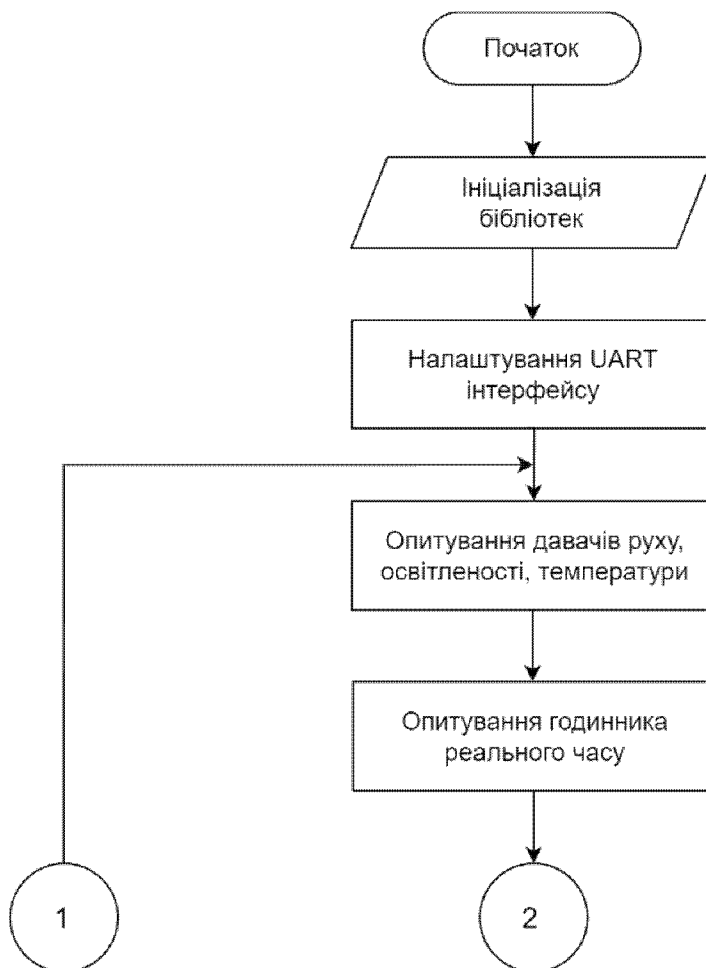


Рисунок 3.1 – Алгоритм роботи системи керування розумними побутовими приладами

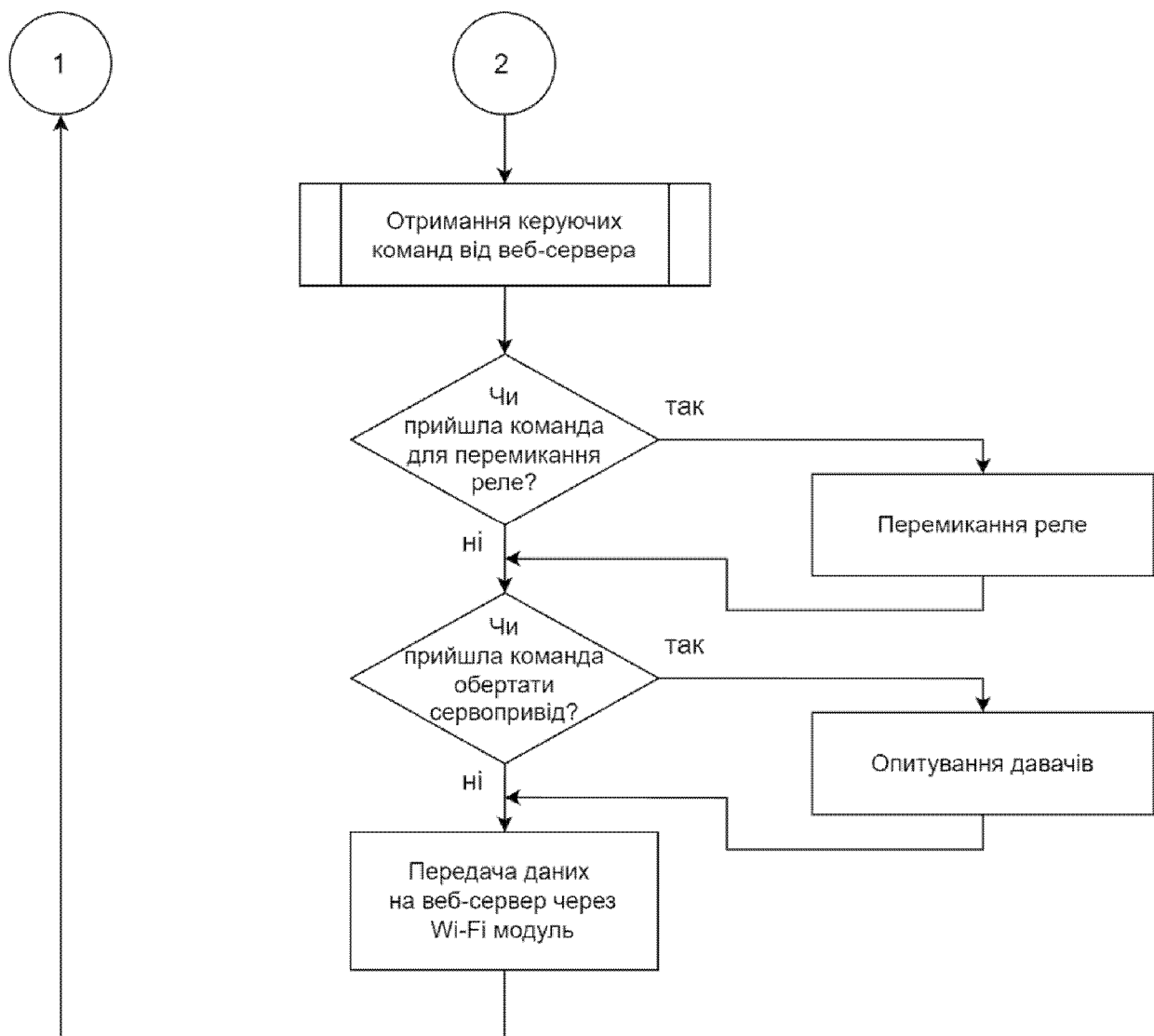


Рисунок 3.1 – Алгоритм роботи системи керування розумними побутовими приладами (продовження)

Алгоритм починається з ініціалізації бібліотек та налаштування UART інтерфейсу. Далі відбувається опитування стану датчиків температури і вологості, освітленості та руху. Також здійснюється опитування модуля годинника. Після цього відбувається отримання даних з сервера та передача керуючих команд виконавчим механізмам, якими є реле та сервопривід. В кінці інформація, яка отримана від датчиків передається на сервер через Wi-Fi модуль.

3.2 Налаштування середовища розробки програмного забезпечення

3.2.1 Вибір мови програмування

Для написання програм для мікроконтролерів сімейства Arduino переважно застосовують C-подібну мову програмування. Програмісту надаються зручні засоби управління цифровими та аналоговими входами і виходами. Перед їх використанням необхідно виконати їх налаштування. Для цієї задачі застосовується функція `pinMode()`, до якої, в якості параметрів, передається інформація про номер контакту мікроконтролера та режим його роботи. Існує кілька режимів роботи виводів: вихід, вхід, а також внутрішня підтяжка до напруги живлення, зокрема, для задач зчитування стану кнопок.

Крім того, існують функції для роботи з таймером та послідовним портом мікроконтролера. Основною задачею функцій для роботи з часом є обрахунок періоду часу, який пройшов з моменту ввімкнення системи.

Для отримання стану цифрових виводів мікроконтролера використовується функція `digitalRead()`. Вона повертає стан логічного «0», якщо значення напруги на відповідному виводі буде знаходитись в діапазоні 0 В .. 2,5 В, і стан логічної «1», якщо напруга буде в межах 2,5 В .. 5 В.

Для опитування аналогового сигналу використовується функція `analogRead()`, яка повертає результат аналого-цифрового перетворення значення напруги з відповідного входу. Значення, яке повертається цією функцією лежить в діапазоні від 0 до 1023 через те, що розрядність АЦП мікроконтролера становить 10 біт.

3.2.2 Вибір середовища розробки програмного коду мікроконтролера

В якості середовища розробки для створення програмного коду для мікроконтролера ATmega328 в проєктованій системі було використано Arduino IDE, інтерфейс якого показано на рис. 3.2. Arduino IDE – це універсальний крос-

платформний додаток для розробки низькорівневого програмного забезпечення для мікроконтролерів. Він повністю безкоштовний і дозволяє підключати велику кількість програмних бібліотек, які значно спрощують процес написання програм.

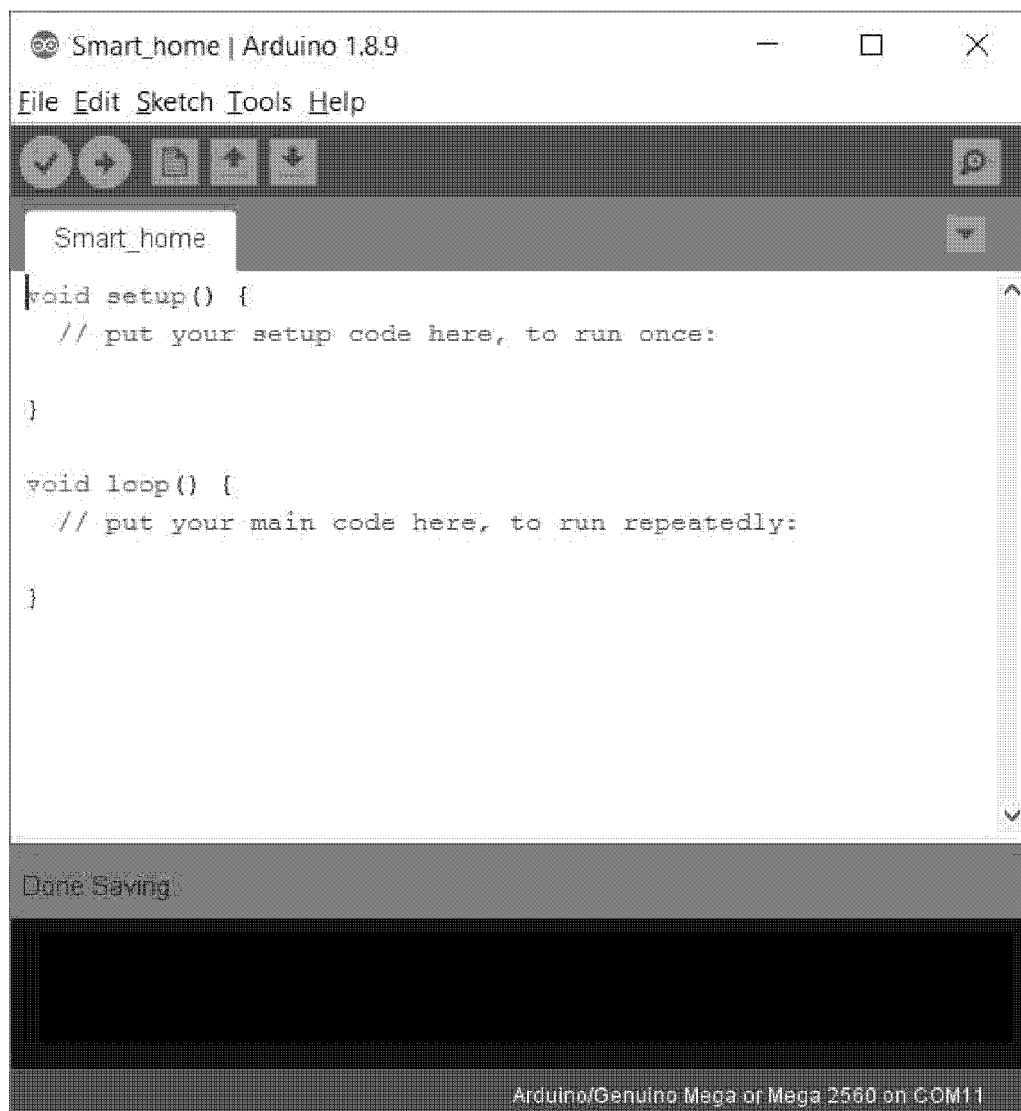


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд середовища Arduino IDE

3.2.3 Встановлення зовнішніх бібліотек

Бібліотеки для Arduino – це файли, в яких знаходиться програмний код у вигляді функцій та структур даних. Їх можна підключити до проєкту, попередньо встановивши в середовищі Arduino IDE. У бібліотеках може зберігатися код, який необхідний для зручнішої роботи з різними компонентами: датчиками, модулями,

індикаторами тощо. Застосування бібліотек суттєво полегшує написання коду, тому можна сконцентрувати зусилля на основній логіці програми, не затрачаючи часу на велику кількість другорядних речей. На даний час більшість бібліотек знаходяться у вільному доступі в інтернеті, звідки їх можна безкоштовно завантажити та інтегрувати у свій проект.

Перед початком використання бібліотеки, необхідно на початку програмного коду розмістити заголовок з розширенням *.h після директиви include. Встановлення бібліотек можна здійснити кількома способами: вручну або засобами Arduino IDE. Для цього в пункті меню Tools потрібно вибрати Manage Libraries, після чого відкриється вікно Library Manager, в якому в пошуку можна ввести назву необхідної бібліотеки. Таким чином була встановлена бібліотека для роботи з давачем DHT11.

3.3 Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера

3.3.1 Опис коду для вимірювання температури та вологості

На початку програми необхідно підключити встановлену бібліотеку для роботи з давачем DHT11. Потім вказати цифровий контакт мікроконтролера, до якого під'єднаний давач температури. В підпрограмі setup() відбувається запуск процесу ініціалізації давача DHT11 (рис. 3.3).

```
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 53 // Номер піна, до якого під'єднаний вихід датчика
DHT dht(DHTPIN, DHT11); //Ініціалізація датчика

void setup() {
  dht.begin();
}
```

Рисунок 3.3 – Лістинг підключення бібліотек та ініціалізації датчика вологості та температури DHT11

В головному циклі програми отримання даних з датчика здійснюється з використанням функцій `readHumidity()` та `readTemperature()`, як показано в лістингу на рис. 3.4.

```
void loop() {
  delay(2000); // 2 секунди затримки
  float h = dht.readHumidity(); //Вимірюємо вологість
  float t = dht.readTemperature(); //Вимірюємо температуру
  if (isnan(h) || isnan(t)) { // Перевірка. Якщо не вдається отримати
показники, виводиться «Помилка зчитування», і програма завершує роботу
    Serial.println("Помилка зчитування");
    return;
  }
  Serial.print("Вологість: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %\t");
  Serial.print("Температура: ");
  Serial.print(t);
  Serial.println(" *C "); //Виведення показників на екран
}
```

Рисунок 3.4 – Лістинг отримання значень температури та вологості з датчика DHT11

3.4 Концепція взаємодії з хмарною платформою

3.4.1 Функціонал хмарної платформи Blynk

Для проектованої системи необхідно розробити доступний і зручний інтерфейс для користувача, а також необхідно забезпечити оперативне оновлення даних про стан приладів на основі показів датчиків. Тому, для реалізації цих задач було обрано хмарну IoT платформу Blynk. Вона дає змогу реалізувати пульт керування для домашньої автоматизації зі звичайного планшету або смартфона. Платформа Blynk може працювати у вигляді веб-інтерфейсу та мобільного додатку для смартфона. Це дає змогу створювати застосунки для обміну даними з мікроконтролерними модулями типу Arduino, використовуючи засоби графічного конструювання. Принцип взаємодії компонентів домашньої автоматизації з сервером Blynk показаний на рис. 3.5.

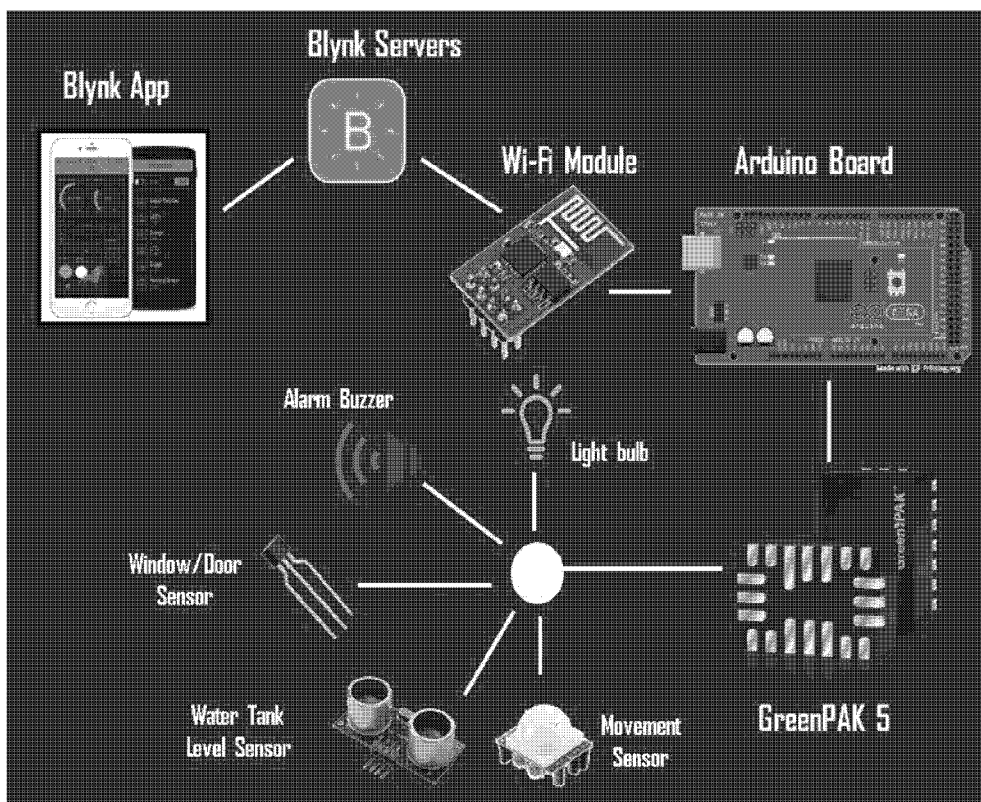


Рисунок 3.5 – Принцип взаємодії компонентів домашньої автоматизації з сервером Blynk

Основною перевагою сервісу Blynk можна вважати простий процес створення та налаштування інтерфейсу мобільного додатка, а також зручну реалізацію зв'язку з платою Arduino. В додатку Blynk можна розміщувати елементи керування «розумними» пристроями, такі як: перемикачі, кнопки тощо (рис. 3.6). Кожен з цих елементів може налаштовуватись за багатьма параметрами. Крім того існує можливість прив'язки елементів керування мобільного додатку до фізичних виводів пристрою.

Розглянемо і інші особливості платформи Blynk:

- набір зручних у користуванні віджетів;
- безпосередній доступ до контактів, без необхідності програмного звертання;
- зручність інтеграції та простий процес додавання нових функціональних можливостей;
- можливість надсилання пуш повідомлень, твітів, листів електронної пошти.

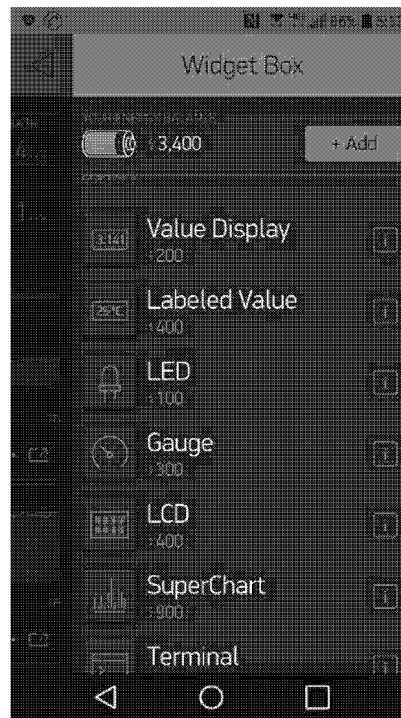


Рисунок 3.6 – Елементи керування додатку Blynk

3.4.2 Програмна реалізація обміну даними з додатком Blynk

Перед початком роботи необхідно встановити додаток Blynk на смартфон та виконати його налаштування. Після цього потрібно створити проект та встановити бібліотеку Blynk у середовищі Arduino IDE (рис. 3.7).

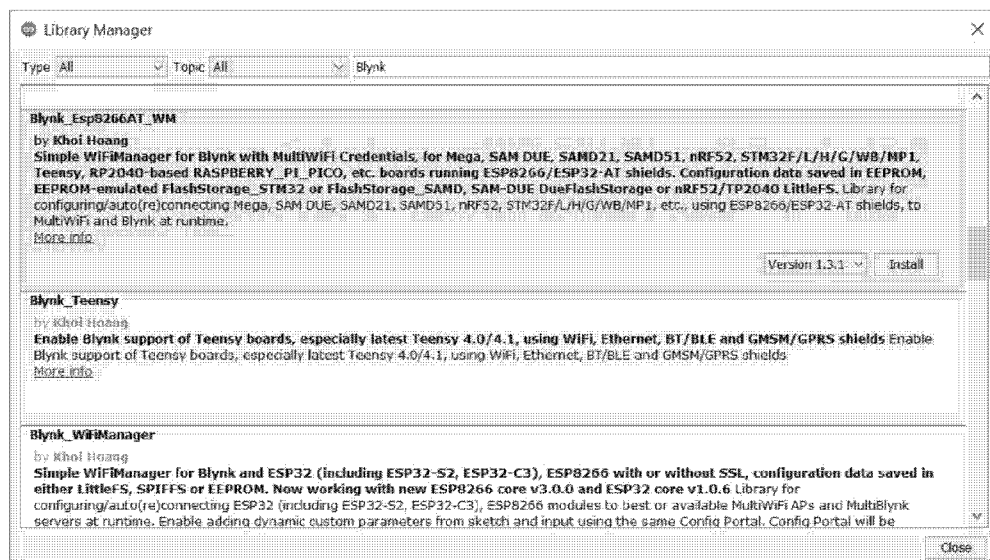


Рисунок 3.7 – Встановлення бібліотеки Blynk для Arduino IDE

Перш за все необхідно підключити бібліотеки для роботи з ESP8266 та платформою Blynk (рис. 3.8).

```

/* ESP & Blynk */
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#define BLYNK_PRINT Serial

```

Рисунок 3.8 – Лістинг підключення бібліотек для ESP8266 та Blynk

Далі потрібно прописати дані для підключення до Wi-Fi мережі та ключ для авторизації на платформі Blynk (рис. 3.9).

```

/* Blynk credentials */
char auth[] = "DLAJP9Gsdasga8ETWadfELLG9D8U6pT26F1";
/* WiFi credentials */
char ssid[] = "TPLINK";
char pass[] = "1357924689";

```

Рисунок 3.9 – Лістинг коду для підключення до Wi-Fi мережі

Після цього у функції setup() потрібно налаштувати UART інтерфейс для передачі даних на Wi-Fi модуль та виконати авторизацію на сервері Blynk (рис. 3.10).

```

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  dht.begin();
  timer.setInterval(1000L, getSendData);
  Serial.println(" ");
  Serial.println("Testing Dual Sensor data");
}

```

Рисунок 3.10 – Лістинг коду для авторизації на сервері Blynk

В підпрограмі loop() запускається процес обміну даними з сервером Blynk (рис. 3.11).

```

void loop()
{
    timer.run(); // Initiates SimpleTimer
    Blynk.run();
}

```

Рисунок 3.11 – Лістинг коду для запуску процесу обміну даними з сервером Blynk

Виклик `Blynk.run()` забезпечує підтримку з'єднання з платформою Blynk, обробку вхідних і вихідних даних, а також синхронізацію з сервером Blynk. Завдяки цьому виклику, Arduino може отримувати команди з додатку Blynk і відправляти дані до нього.

А виклик функції `timer.run()` запускає обробку таймерів. В нашому випадку, таймер налаштований на виклик функції `sendSensorData()` (рис. 3.12) кожні 2 секунди. Це означає, що кожні 2 секунди Arduino зчитує дані з датчиків вологості, температури, освітленості та руху і відправляє їх на платформу Blynk.

```

void sendSensorData() {
    // Зчитуємо дані з датчика DHT
    float h = dht.readHumidity(); // Читаємо вологість
    float t = dht.readTemperature(); // Читаємо температуру в Цельсіях

    // Перевірка, чи датчик успішно зчитав дані
    if (isnan(h) || isnan(t)) {
        Serial.println("Помилка зчитування з датчика DHT!");
        return; }

    // Зчитуємо дані з PIR сенсора
    int motionDetected = digitalRead(PIR_PIN);

    // Зчитуємо дані з сенсора освітлення
    int lightLevel = analogRead(SOIL_MOIST_PIN);

    // Відправка даних на Blynk
    Blynk.virtualWrite(V5, t); // Віртуальний пін V5 для температури
    Blynk.virtualWrite(V6, h); // Віртуальний пін V6 для вологості
    Blynk.virtualWrite(V7, motionDetected); // Віртуальний пін V7 для руху
    Blynk.virtualWrite(V8, lightLevel); // Віртуальний пін V8 для рівня освітлення
}

```

Рисунок 3.12 – Лістинг функції `sendSensorData()` для опитування датчиків

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У кваліфікаційній роботі описується процес створення комп'ютеризованої системи для керування «розумними» приладами в будинку, тому у даному розділі розглянуто наступні питання: заходи щодо захисту установки від короткого замикання; організація служби охорони праці на підприємстві.

4.1 Заходи щодо захисту електрообладнання від короткого замикання

Коротке замикання – це електричне з'єднання двох точок електричного кола з різними значеннями потенціалів, яке порушує його нормальну роботу і не передбачене конструкцією пристрою. Коротке замикання може виникати при пошкодженні ізоляції струмоведучих елементів або внаслідок механічного контакту елементів, які працюють без ізоляції. Також коротким замиканням вважається стан, при якому опір навантаження менший за внутрішній опір джерела живлення [17].

У трифазних електричних мережах розрізняють такі види коротких замикань:

- однофазне (замикання фази на землю);
- двофазне на землю (дві фази замикаються між собою і на землю);
- двофазне (замикання двох фаз між собою);
- трифазне (три фази замикаються між собою).

В електричних машинах можливі такі види коротких замикань:

- міжвиткове – замикання між собою витків обмотки статора або ротора;
- замикання обмотки на металевий корпус.

З метою захисту від короткого замикання вживають спеціальні заходи, зокрема,

обмежують струм короткого замикання [18]:

- використовують пристрої релейного захисту для відключення пошкоджених ділянок кола;
- застосовують обладнання автоматичного вимкнення – швидкодіючий комутаційний апарат з функцією обмеження струму короткого замикання тобто автоматичні вимикачі чи плавкі запобіжники;
- використовують розпаралелювання електричних кіл тобто відключення секційних і шиноз'єднувальних вимикачів;
- застосовують знижувальні трансформатори з розщепленою обмоткою низької напруги;
- встановлюють струмообмежуючі електричні реактори.

Реактор являє собою котушку з індуктивним опором. Він підключається в електричне коло по послідовній схемі. В нормальному режимі роботи на реакторі є падіння напруги близько 4 %. У випадку виникнення короткого замикання основна частина напруги припадає на реактор. Існує декілька видів реакторів: масляні, бетонні [17].

Основною причиною появи коротких замикань є пошкодження ізоляції електрообладнання, яке може бути викликаним:

- незадовільним доглядом за обладнанням;
- механічним пошкодженням ізоляції;
- старінням ізоляції;
- прямими ударами блискавки;
- перенапруженням (особливо в мережах з ізольованими нейтраліями).

Частою причиною пошкоджень в електричній частині електрообладнання є некваліфіковані дії обслуговуючого персоналу.

При застосуванні спрощених схем з'єднань понижуючих підстанцій використовують спеціальні пристрої – короткозамикачі, які створюють навмисні короткі замикання для швидких відключень ушкоджень, які виникли. Таким чином, поряд з короткими замиканнями випадкового характеру в системах

електропостачання присутні також навмисні короткі замикання, які викликані внаслідок дії короткозамикачів.

При появі в системі електропостачання коротких замикань її загальний опір зменшується, що спричиняє збільшення струмів в її колах в порівнянні зі значеннями струмів нормального режиму, а це призводить до зниження напруги окремих точок системи електропостачання, яке є особливо великим поблизу місця короткого замикання.

При великій віддаленості короткого замикання значення струму короткого замикання може становити лише невелику частину номінального струму живлення генераторів і поява такого короткого замикання сприймається ними як невелике підвищення навантаження. Сильне зниження напруги виникає лише поблизу місця короткого замикання, в той час як в інших точках системи електропостачання це зниження є менш помітним. При таких умовах небезпечні наслідки короткого замикання будуть проявлятися лише в найближчих до місця аварії частинах системи електропостачання [19].

Струм короткого замикання, будучи навіть малим у порівнянні з номінальним струмом генераторів, зазвичай у багато разів перевищує номінальний струм кола, в якому трапилось коротке замикання. Тому і при короткочасному протіканні струму короткого замикання він може спричинити нагрів провідників і струмоведучих елементів вище допустимого рівня.

Струми короткого замикання спричиняють суттєві механічні зусилля між провідниками, які є особливо великими на початку процесу короткого замикання, коли струм досягає максимального значення. При недостатній міцності провідників і їх кріплень можуть виникати руйнування механічного характеру.

Різде глибоке зниження напруги при короткому замиканні впливає на роботу споживачів. В першу чергу це відноситься до двигунів, тому що навіть при короткочасному зниженні напруги на 30-40% вони можуть зупинитися, при цьому відбувається перекидання двигунів [18]. Цей процес негативно відбивається на роботі промислового підприємства, оскільки для відновлення нормального виробничого процесу потрібен тривалий час і несподівана зупинка двигунів може

спричинити брак продукції підприємства.

При достатній тривалості і малій віддаленості короткого замикання можливе випадання з синхронізму станцій, які працюють паралельно, тобто порушення нормальної роботи всієї електричної системи, що є небезпечним наслідком короткого замикання [18].

Отже, існують такі наслідки коротких замикань:

- електромагнітний вплив на комунікації та лінії зв'язку;
- випадання із синхронізму окремих частин електричної системи, електростанцій і генераторів та виникнення аварій, включаючи системні аварії;
- зниження рівня напруги в мережі, що спричиняє гальмування електродвигунів, зменшення їх обертового моменту, зниження продуктивності або навіть до їх перекидання;
- займання в електроустановках;
- термічні та механічні пошкодження електрообладнання.

4.2 Організація охорони праці під час виконання кваліфікаційної роботи

В статті 13 Закону України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. вказано, що обов'язком роботодавця є створення таких умов праці на робочому місці кожного структурного підрозділу, які б відповідали нормативно-правовим актам. Крім того, керівник підприємства зобов'язаний забезпечити дотримання законодавчих вимог щодо прав робітників у сфері охорони праці. Для реалізації цих завдань роботодавець повинен забезпечити функціонування служби системи управління охороною праці, що включає в себе [19]:

- створення служб та призначення посадових осіб, які в подальшому будуть забезпечувати вирішення питань охорони праці;
- затвердження посадових інструкцій цих осіб, в яких повинна бути

зазначена інформація про їхні права та обов'язки, а також відповідальність за виконання функцій, які на них покладені;

– контроль за дотриманням прав та функціональних обов'язків призначених посадових осіб, які зобов'язані вирішувати питання охорони праці на підприємстві.

Спосіб організації служби охорони праці залежить від чисельності працівників підприємства. Якщо кількість працівників менша двадцяти осіб, тоді для реалізації функцій служби охорони праці можуть бути залучені сторонні спеціалісти, які мають відповідну кваліфікацію, на договірних умовах. Якщо кількість працівників знаходиться в межах від двадцяти до п'ятидесяти, тоді функціональні обов'язки, які покладені на службу охорони праці, можуть виконувати особи з відповідною кваліфікацією в порядку сумісництва. Якщо чисельність працівників на підприємстві перевищує п'ятдесят осіб – роботодавець зобов'язаний створити службу охорони праці у відповідності до положень законодавства [20].

Створювати окремий структурний підрозділ для реалізації функцій служби охорони праці є зміст лише в тому випадку, якщо він передбачатиме наявність не менше двох працівників. При цьому в цьому підрозділі можуть працювати лише особи, які спеціалізуються на виконанні функціональних обов'язків, пов'язаних з питаннями охорони праці.

Законодавством не встановлена точна кількість працівників служби охорони праці, але очевидно, що їх чисельність повинна бути достатньою для забезпечення виконання всіх вимог діючих нормативно-правових актів з охорони праці на підприємстві. Це питання залежить від специфічних особливостей кожного підприємства, зокрема:

– від особливостей умов праці;

– від типу виробничого обладнання;

– від наявності та чисельності працівників, які задіяні до виконання робіт з підвищеною небезпекою.

Законодавством передбачені обов'язки працівників, які стосуються питань охорони праці [22]:

- знати і дотримуватись вимог нормативно-правових актів з охорони праці, правил поведінки з устаткуванням, механізмами, машинами та іншими засобами виробництва, використовувати засоби індивідуального і колективного захисту;
- дбати про особисте здоров'я і безпеку, а також про здоров'я і безпеку оточуючих осіб в процесі виконання будь-яких робіт перебуваючи на території підприємства;
- проходити у встановленому законодавством порядку медичні огляди.

За порушення зазначених вимог працівник несе безпосередню відповідальність. Дотримання правил виробничої санітарії і безпеки залежить не лише від того, як роботодавець виконує свої обов'язки, а і від знань з охорони праці та рівня виконавчої дисципліни кожного працівника. Тому всі робітники під час прийому на роботу і в процесі виконання роботи зобов'язані [22]:

- проходити на підприємстві інструктаж з охорони праці;
- знати правила поведінки при виникненні аварій;
- вміти надавати першу медичну допомогу особам, які постраждали від нещасних випадків.

Інструктаж і навчання працівників з охорони праці є обов'язковою складовою частиною системи управління охороною праці і виконується з усіма працівниками впродовж їхньої трудової діяльності. Ліквідувати службу охорони праці можна лише у випадку припинення використання найманої праці чи ліквідації підприємства.

Під час розробки комп'ютеризованої системи для керування «розумними» приладами в будинку необхідно дотримуватись правил організації служби охорони праці на підприємстві, які описані в цьому розділі.

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети у кваліфікаційній роботі було вирішено актуальне завдання, яке полягає в розробці комп'ютеризованої системи для керування «розумними» приладами в будинку. В результаті виконання цього завдання було отримано такі результати:

1. Виконано огляд та порівняльний аналіз сучасних варіантів реалізації систем «Розумний дім», що дало змогу прийняти рішення про доцільність застосування концепції IoT для досягнення мети роботи.

2. Спроектовано схему використання Інтернету речей для системи керування «розумними» приладами в будинку на основі IoT платформи.

3. Розроблено електричну схему модуля для керування «розумними» приладами в будинку.

4. Описано алгоритм роботи системи «Розумний будинок» та написано програмний код для реалізації усіх задач визначених у кваліфікаційній роботі.

Результати тестування розробленої комп'ютеризована система управління побутовими приладами показали, що усі функціональні вузли працюють у повній відповідності до поставлених завдань.

Спроектована комп'ютерна система придатна до виконання задач щодо керування «розумними» приладами в будинку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравчук С. О., Міночкін Д. А., Кайденко М. М. Застосування телекомунікаційних технологій в структурі розумного будинку. Системи обробки інформації. Вип. 1 (147). 2016. С. 22-26.
2. Дужак І. О. Розумний будинок. Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. № 13,14. 2013. С. 31-33.
3. Круглик В. С., Лемещук О. І., Хоменко Є. В. Перспективи технології «Розумний будинок» на базі університету. Матеріали конференції «Інформаційні технології і автоматизація - 2021». Одеса, Видавництво ОНАХТ. 2021. С. 106-109.
4. Галичак Н. Система «розумний будинок» як спосіб енергозбереження. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції „Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах“*. Київ: Просвіта, 2020, С. 113-114.
5. Полякова О. В. Класифікація функціональних складових елементів системи інтелектуального керування середовищем при проектуванні житла. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. №4 (100). 2016. С. 133-141.
6. Федько А. О., Зеленьова І. Я., Тягунова М. Ю. Розробка та моделювання системи «розумний будинок» з підвищеною надійністю на базі Arduino. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Проблеми моделювання та автоматизації проектування. №1 (14), 2019. С. 16-25.
7. Пристрої автоматизації Ajax Systems. URL: <https://ajax.systems/ua/products/automation/> (дата звернення: 20.04.2024).
8. Управління розумним будинком SmartHouse. URL: https://www.smarthouse.ua/ua/upravlenie_umnym_domom.html (дата звернення: 21.04.2024).
9. Система розумний дім для квартир і котеджів. URL:

<https://domos.ua/rozumnij-budinok/> (дата звернення: 22.04.2024).

10. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. Львів: «Магнолія 2006». 2013. 256 с.

11. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

12. Лецишин Ю.З., Павлюк М.В.. Проектування системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку». Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. ТНТУ. 2020. С. 60–61.

13. Галан С., Яцишин В. Особливості проектування «Розумних систем» з можливістю взаємодії з хмарними сервісами. *Матеріали VII науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“*. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 2019. С. 115.

14. Оконський М. В., Лупенко С. А., Паламар А. М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. *Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»*. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. С. 109.

15. Паламар А. Комп'ютерна система для моніторингу параметрів джерел безперебійного живлення на основі технології Internet of Things. *Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції "Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій", 20-21 червня 2019 року: збірник тез доповідей*. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. С. 208-209.

16. Антонов В. М. Системи віддаленого керування побутовими приладами: основи та методи: навч. посіб. Київ: Вид-во Наукова думка, 2019. 169 с.

17. Бойко О. М. Інтернет речей у побуті: концепції та практичні рішення: навч. посіб. Харків: НТУ "ХПІ", 2020. 210 с.

18. Гаврилюк І. М. Автоматизація побутових систем: теорія і практика: навч. посіб. Львів: Львівська політехніка, 2021. 169 с.

19. Данилюк В. І. Системи автоматизації побутових процесів: принципи та технології: навч. посіб. Київ: Видавництво "Політехніка", 2020. 221 с.
20. Євтушенко П. В. Віддалене керування побутовими приладами: навч. посіб.: навч. посіб. Одеса: ОНПУ, 2019. 163 с.
21. Жданов М. О. Сучасні технології віддаленого контролю побутових приладів: навч. посіб. Суми: СумДУ, 2019. 256 с.
22. Іванченко П. С. Інформаційні системи для керування побутовими приладами: навч. посіб. Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2018. 186 с.
23. Карпенко А. В. "Розумний дім: технічні засоби та системи автоматизації: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. 159 с.
24. Мельник О. В. Технічні засоби для автоматизації побутових процесів: навч. посіб. Одеса: ОНПУ, 2019. 195 с.
25. Пахомов О. Ю. Автоматизація побутових систем: навч. посіб. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 159 с.