

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Методи та засоби побудови системи керування
температурними режимами «розумного будинку»**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи СІМ-61
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Павлюк М.В. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Лещишин Ю.З. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Тиш Є.В. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Осухівська Г.М. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
Кафедра комп'ютерних систем та мереж

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Осухівська Г.М.

« » 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Павлюку Мар'яну Володимировичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту (роботи) Методи та засоби побудови системи керування температурними режимами «розумного будинку»

Керівник проекту (роботи) Лецишин Юрій Зіновійович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» вересня 2020 року №4/7-687

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Параметри верхньої та нижньої межі температурного режиму, плата керування Arduino Uno R3 з вбудованим WiFi модулем ESP 8266

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. 1. Аналіз досліджень у сфері проектування систем контролю та управління температурними режимами «розумного будинку». 2. Побудова апаратної архітектури системи управління температурними режимами. 3. Проектування та реалізація програмного забезпечення системи управління температурними режимами. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1. Актуальність, мета, об'єкт і предмет дослідження. 2. Задачі дослідження, наукова новизна і практична цінність дослідження. 3. Існуючі рішення щодо проектування систем керування температурними режимами. 4. Апаратна архітектура системи управління температурними режимами «розумного будинку». 5. Концептуальна архітектура системи керування. 6. Вимоги до програмного забезпечення системи керування температурними режимами. 7. Алгоритм роботи системи управління температурними режимами. 8. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Осухівська Г.М.</i>		
	<i>Стадник І.Я.</i>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Аналіз досліджень у сфері проектування систем контролю та управління температурними режимами «розумного будинку»</i>	<i>28.09.2020-10.10.2020</i>	<i>виконано</i>
2.	<i>Побудова апаратної архітектури системи управління температурними режимами «розумного будинку»</i>	<i>11.10.2020 – 30.10.2020</i>	<i>виконано</i>
3.	<i>Проектування та реалізація програмного забезпечення системи управління температурними режимами</i>	<i>30.10.2020 – 20.11.2020</i>	<i>виконано</i>
4.	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>20.11.2020 – 01.12.2020</i>	<i>виконано</i>
5.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>02.12.2020-05.12.2020</i>	<i>виконано</i>
6.	<i>Оформлення графічного матеріалу</i>	<i>05.12.2020-10.12.2020</i>	<i>виконано</i>
7.	<i>Попередній захист дипломної роботи магістра</i>	<i>14.12.2020</i>	<i>виконано</i>
8.	<i>Захист дипломної роботи магістра</i>	<i>23.12.2020</i>	

Студент

(підпис)*Павлюк М.В.*_____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)*Лецишин Ю.З.*_____
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Методи та засоби побудови системи керування температурними режимами «розумного будинку» //Кваліфікаційна робота магістра // Павлюк Мар'ян Володимирович // ТНТУ, спеціальність комп'ютерна інженерія// Тернопіль, 2020 // с.– 86 , рис. – 30 , табл. – 2, аркушів А1 – 8, бібліогр. – 25.

Ключові слова: метод, засіб, система керування, температурний режим, розумний будинок.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні методів і засобів побудови систем керування температурними режимами у системах «розумних будинків» для заощадження як самих теплоносіїв, так і коштів за їх споживання.

На основі аналізу наукових публікацій та інженерних рішень обґрунтовано актуальність дослідження систем керування температурними режимами «розумного будинку», виявлено недоліки існуючих систем та запропоновано шляхи щодо їх вдосконалення.

Запропоновано та формалізовано архітектуру системи керування температурними режимами «розумного будинку», що дало змогу узагальнити структуру її компонентів і зв'язків між ними, обґрунтовано вибір апаратного забезпечення для досягнення поставлених у роботі задач.

Запропоновано рішення щодо інтеграції системи керування температурними режимами з хмарним сервісом Google Platform (Google Sheets) із застосуванням інтеграційної платформи Temboo, що дало змогу забезпечити захищений доступ до даних на основі двохфакторної аутентифікації.

ABSTRACT

Methods and tools of smart house temperature modes control system building //Master thesis// Pavliuk Marian Volodymyrovych / TNTU, computer engineering // CIm-61 // Ternopil, 2020 // p. – 86, fig. – 30, table – 2, Sheets A1 – 8, , Ref. – 25.

Keywords: method, tool, control system, temperature mode, smart house

The purpose of the master's thesis is to study the methods and tools of building temperature control systems as a part of "smart homes" to save both the coolants themselves and the funds for their consumption.

Based on the analysis of scientific publications and engineering solutions, the relevance of the study of temperature control systems of a "smart home" is substantiated, the shortcomings of existing systems are identified and ways to improve them are proposed.

The architecture of the temperature control system of a "smart home" is proposed and formalized, which allowed to generalize the structure of its components and connections between them, the choice of hardware to achieve the objectives is substantiated.

A solution for integrating a temperature control system with the Google Platform cloud service (Google Sheets) using the Temboo integration platform has been proposed, which has enabled secure access to data based on two-factor authentication.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ .	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»	13
1.1. Аналіз сфери застосування систем керування температурними режимами...	13
1.2. Аналіз існуючих рішень щодо побудови систем керування температурними режимами	15
1.2.1. Автоматична система контролю температури у серверних приміщеннях .	15
1.2.2. Система контролю температури на базі AVR LM92.....	17
1.2.3. Система контролю температури на базі LM35	18
1.3. Висновки до розділу	26
РОЗДІЛ 2 ПОБУДОВА МОДЕЛІ АПАРАТНОЇ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ	27
2.1. Проектування та формалізація архітектури системи на рівні апаратних компонентів.....	27
2.2. Обґрунтування та аналіз компонентів архітектури апаратної складової системи управління температурними режимами.....	34
2.2.1. Мікроконтролер.....	34
2.2.2. Сенсор температури.....	40
2.2.3. LCD дисплей.....	42
2.2.4. Реле системи керування температурними режимами	43
2.3. Проектування схеми системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку»	44
2.4. Висновки до розділу	47

РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ	49
3.1. Вимоги до програмного забезпечення системи управління температурними режимами «розумного будинку»	49
3.2. Проектування архітектури програмного забезпечення.....	51
3.3. Розробка алгоритмів функціонування системи	53
3.4. Авторизація Arduino Uno R3 за допомогою OAuth 2.....	56
3.5. Тестування спроектованої системи.....	63
3.6. Висновки до розділу	64
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
4.1. Охорона праці.....	66
4.2. Оповіщення керівного складу органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій, населення про загрозу і виникнення НС природного, техногенного та воєнного характеру.....	69
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75
Додаток А Тексти наукових публікацій дипломної роботи магістра	77
Додаток Б Текст програми	84

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ,
СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

КС	Комп'ютерні Системи
ПЗ	Програмне Забезпечення
ШІМ	Широтно-Імпульсна Модуляція
ІоТ	Internet Of Things
UML	Unified Modeling Language

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні темпи розвитку інформаційних технологій, промислової індустрії, аграрного та військового комплексів, транспортних технологій характеризуються зростанням енергоспоживання, збільшенням використання природних копалин та надр, що призводить до суттєвого здорожчання комунальних послуг, як для підприємств, так і для власних домогосподарств. Такий стан речей вимагає та стимулює розвиток ощадних технологій у різних сферах людської діяльності.

Одним з прикладів та шляхів впровадження енергоощадного споживання теплової енергії, зокрема щодо споживання газу, як теплоносія у холодну пору року, є впровадження автоматизованих засобів контролю та управління температурними режимами у власних будинках, квартирах, промислових цехах, теплицях і т.п. Такі комп'ютерні системи дають змогу гнучко налаштувати параметри температури та вологості у різних частинах приміщення, програмувати час активного використання теплоносія до певної встановленої межі, коректувати споживання носія в залежності від температури навколишнього середовища та ряду інших факторів.

На сьогодні, хоч і розроблено та використовується багато систем керування температурними режимами приміщення, однак вони мають і ряд недоліків. Зокрема, одні системи дозволяють запрограмувати та налаштувати відповідні часові діапазони із заданим рівнем температури, але не враховують особливостей зовнішнього середовища, інші – навпаки. Окрім цього, існує складність забезпечення різних значень температурних режимів для різних частин приміщення.

Дослідженню методів і засобів побудови «розумних систем», в тому числі і систем керування температурними режимами, присвячено праці українських та закордонних науковців, зокрема: Д. Кулешова, Д. Нормана, М. Дзюби, О. Якуніна, Т. Верного, Е. Брінджолфсона, П. Вахера, П. Лукаса, Д. Абадовські та інших. Однак досягнуті результати, все ж потребують додаткової деталізації і формалізації під конкретні класи задач.

Тому, актуальною науково-технічною задачею є дослідження методів і засобів побудови системи керування температурними режимами, як частини «розумного будинку», яка б надавала можливість забезпечити функціональну повноту і зручність налаштування параметрів системи, гнучкість керування рівнями температурного режиму у приміщеннях і як результат дала б змогу заощадити кошти за використання теплоносіїв.

Мета кваліфікаційної роботи: дослідження методів і засобів побудови систем керування температурними режимами у системах «розумних будинків» для заощадження як самих теплоносіїв, так і коштів за їх споживання.

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи були поставлені і розв'язані **наступні задачі:**

- аналітичний огляд літературних джерел та наукових праць щодо підходів до побудови систем «розумний дім»;
- побудова та обґрунтування моделі процесу керування температурними режимами, як частини системи «smart house»;
- розробка алгоритмів роботи та архітектури системи управління температурними режимами на апаратному і програмному рівнях;
- обґрунтування вибору компонентної бази комп'ютерної системи;
- реалізація програмної складової управління температурою у приміщеннях на основі запропонованих алгоритмів та моделі.

Об'єктом дослідження є процес керування температурними режимами системи «розумний будинок».

Предметом дослідження є моделі, методи і засоби побудови комп'ютерної системи керування температурними режимами, що є складовою частиною «розумного будинку».

Методи дослідження. Для розв'язку поставлених задач використано наступні методи: аналіз – при виконанні першого розділу дипломної роботи, які стосуються дослідження існуючих рішень проектування систем керування температурними режимами та другого розділу при обґрунтуванні вибору апаратного забезпечення; теорія множин – при математичному представленні

архітектури системи; проектування – при розробці схеми компонентів і з'єднань; програмування – при написанні програмного забезпечення для Arduino Uno R3; тестування – для апробації запропонованих теоретичних і практичних рішень.

Наукова новизна одержаних результатів.

– уперше запропоновано та аналітично описано архітектуру системи керування температурними режимами «розумного будинку» у термінах теорії множин, що дало змогу узагальнити структуру її компонентів і зв'язків між ними, а також спростити процедуру вибору апаратного і програмного забезпечення в порівнянні з відомими підходами;

– набув подальшого розвитку метод проектування підсистем «розумного будинку» (керування температурними режимами) на основі IoT пристроїв за рахунок імплементації доступу до хмарних сервісів, що дало змогу використовувати їх у вигляді засобів збору даних з подальшою трансформацією у повністю автономні системи, керовані програмними інтелектуальними додатками.

Практична цінність результатів дослідження. Впровадження спроектованої системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку» дає можливість забезпечити підтримку температури приміщення у встановленому діапазоні. Окрім цього, вона виконує роль системи збору даних для зовнішніх інтелектуальних сервісів прогнозування температури, що дозволить в перспективі побудувати повністю автономний комплекс керування температурою в залежності від показників навколишнього середовища.

Публікації. Основні результати, одержані у кваліфікаційній роботі магістра, опубліковані та апробовані на IX міжнародній науково - технічній конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (26-27 листопада 2020 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та на VIII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (9-10 грудня 2020 року) як тези конференцій.

1. Лещишин Ю.З., Павлюк М.В. Проектування системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку». Матеріали IX міжнародної науково - технічної конференції молодих учених і студентів

«Актуальні задачі сучасних технологій» (26-27 листопада 2020 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2020. с. 61-62.

2. Лецишин Ю.З., Павлюк М.В. Архітектура системи керування температурними режимами «розумного будинку». Матеріали VIII науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (9-10 грудня 2020 року). Тернопіль: ТНТУ. 2020. с. 112.

Структура роботи. До складу кваліфікаційної роботи входить пояснювальна записка, графічний та презентаційний матеріал. Пояснювальна записка складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Обсяг роботи: пояснювальна записка – ___ арк. формату А4, графічна частина – ___ аркушів формату А1.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

Тема кваліфікаційної роботи пов'язана із дослідженням методів і засобів проектування систем керування температурними режимами, як частини загального проекту «розумний будинок».

1.1. Аналіз сфери застосування систем керування температурними режимами

Глобальна тенденція до зміни клімату вимагає впровадження новітніх інформаційних технологій, які б давали змогу ефективно керувати температурними режимами у приміщеннях різного призначення. Причому регулювання температури повинно бути гнучким та універсальним, тобто одна система керування повинна забезпечувати різні температурні режими у різних кімнатах чи цехах одного приміщення.

Системи керування температурними режимами повинні також враховувати особливості кліматичного поясу і адекватно реагувати на часті чи різкі зміни погодних умов. Тому необхідність впровадження таких систем є актуальною задачею сьогодення.

Контроль режиму температурних діапазонів у домашніх умовах може характеризуватися наступними факторами та зонами: підвальне приміщення, житлові комплекси, обслуговуючі та допоміжні приміщення.

При зберіганні овочів у підвалах необхідно підтримувати деяку сталу температуру протягом усього календарного року, для фруктів – аналогічно, але з різними температурними показниками.

Для житлових кімнат температура повітря повинна бути комфортною як в літній, так і зимовий період. Зокрема, літом температура у приміщенні повинна бути в межах 23-26 C⁰, а для зимового – 21-23 C⁰.

У багатьох галузях промисловості (особливо при виробництві товарів та фармацевтичній сфері) виникає дедалі більша стурбованість щодо необхідності зберігання певних виробничих матеріалів у певному діапазоні температур. Деякі з цих матеріалів можуть бути легкозаймистими або вибухонебезпечними при певних екстремальних температурах. Це ще раз доводить необхідність впровадження системи контролю температурних режимів.

У моргах трупи повинні зберігатися при певній температурі, що запобігає їх прискореному розкладанню. Цю температуру потрібно контролювати і підтримувати незалежно від присутності/відсутності персоналу, а також керувати нею слід настільки ефективно, щоб вона не генерувала величезних рахунків за спожиту енергію.

Літаки – важлива сфера, де безпека пасажирів в основному гарантується ефективним управлінням та регулюванням метеофакторів, таких як температура, тиск повітря та вологість. Ці фактори повинні бути збалансованими у певній кількості/ступені, щоб підтримувати його вагу. Такі метеофактори, як тиск і вологість, впливають на температурний режим, тому навіть у літаках існує необхідність у системі контролю температури.

Використання системи контролю температурних режимів дає змогу знизити витрати на опалення (газ) або споживання електричної енергії, а також не перейматися проблемами при ситуації, коли залишені ввімкнутими, наприклад, кондиціонер або опалювальний пристрій. Це дозволяє значно оптимізувати собівартість виробництва у промислових процесах та вартість комунальних послуг вдома. Крім того, система контролю температурних режимів підтримує комфортні умови у житлових зонах, та оптимальні показники у зонах зберігання продуктів харчування. При цьому необхідно забезпечити простий та зручний спосіб налаштування параметрів системи контролю температури.

Система контролю температурних режимів, що проектується у дипломній роботі магістра повинна бути формалізованою і в кінцевому випадку забезпечувати оптимізацію витрат на теплову енергію, як у будинках, так і в промисловості. Він також служить для усунення небезпек, спричинених випадковим ввімкненням опалювальних чи охолоджувальних приладів у будинках та на промислових

підприємствах. Для забезпечення процесу контролю температури необхідно використовувати високочутливий сенсор температури для виявлення поточного рівня температури з можливістю передачі даних (сигналу) до мікроконтролера. Мікроконтролер ініціює послідовність процедур управління на основі конфігурації програми управління. Програма управління температурними режимами повинна включати: увімкнення/вимкнення системи опалення або охолодження, а також ввімкнення звукового сигналу/сигналізації.

Проведемо аналіз вимог до структури та компонентів системи контролю температурних режимів в домашніх умовах. Для успішного проектування та впровадження такої системи контролю необхідні наступні дані:

1. Сенсори температури, зокрема їхні типи, значення вихідних напруг та способи перетворення їх у байтові значення.
2. Конкретна формула, яка буде використана для перетворення значень байтів у шкалу Цельсія (для РК-дисплею).
3. Програмування мікроконтролера та розробка програми управління.
4. Робота схеми драйвера та функція кожного компонента.

1.2. Аналіз існуючих рішень щодо побудови систем керування температурними режимами

1.2.1. Автоматична система контролю температури у серверних приміщеннях

У [5] було запропоновано та реалізовано систему автоматичного контролю температури із додатковою системою безпеки для серверних приміщень. Актуальність такої системи обумовлена поганою провітрюваністю та відсутністю охолоджувальних пристроїв, наприклад кондиціонерів. Система автоматичного управління використовувала сенсори для визначення поточного рівня температури серверної кімнати. Коли температура у приміщенні перевищує заданий поріг, спрацьовує контролер на системі охолодження, що складається з набору безщіткових вентиляторів.

Ці вентилятори працюватимуть до тих пір, поки температура не опуститься нижче заданого рівня. Система безпеки в даному випадку розглядається як допоміжна і дає змогу регулювати доступ до дверей серверної кімнати, вимагаючи аутентифікацію доступу для їхнього відкриття .

Система керування рівнями температурних режимів побудована з сенсором температури, який розміщений у серверній кімнаті і дає змогу визначати поточну температуру та відображати його значення на рідкокристалічному дисплеї. Мікроконтролер PIC зчитує дані з сенсора температури, як вихідну напругу. Така система передбачає роботу у трьох різних режимах залежно від діапазону температур. Коли поточне значення температури досягне рівня вищого за встановлений, вентилятор почне охолоджувати приміщення серверної кімнати, а світлодіодний індикатор високої температури перейде в активний стан – ввімкнеться. Коли температура у приміщенні досягає необхідного рівня, вентилятор перестає функціонувати, і загоряється світлодіодний індикатор нормальної температури.

Нарешті, якщо поточна температура досягає нижчої від бажаної величини, вентилятор також перестає функціонувати, і загоряється світлодіодний індикатор холодної температури. Будь-які зміни температури в приміщенні постійно відображаються на РК-дисплеї, а світлодіоди використовуються для відображення поточного стану та діапазону температури в серверній кімнаті.

За допомогою системи безпеки, яка виконує функцію захисту дверей, користувач повинен ввести правильний код доступу / пароль, щоб отримати доступ до серверної кімнати. Якщо зчитаний пароль правильний, то двері відмикаються. Однак, якщо користувач не пройшов аутентифікацію, то двері залишаються заблокованими та спрацьовує звукова сигналізація.

Структурна схема проекту системи автоматичного контролю температури наведена на рис. 1.1.

Система контролю температури та блок безпеки функціонують незалежно один від одного. Таким чином, вихід з ладу однієї з систем не впливає на функціональність іншої.

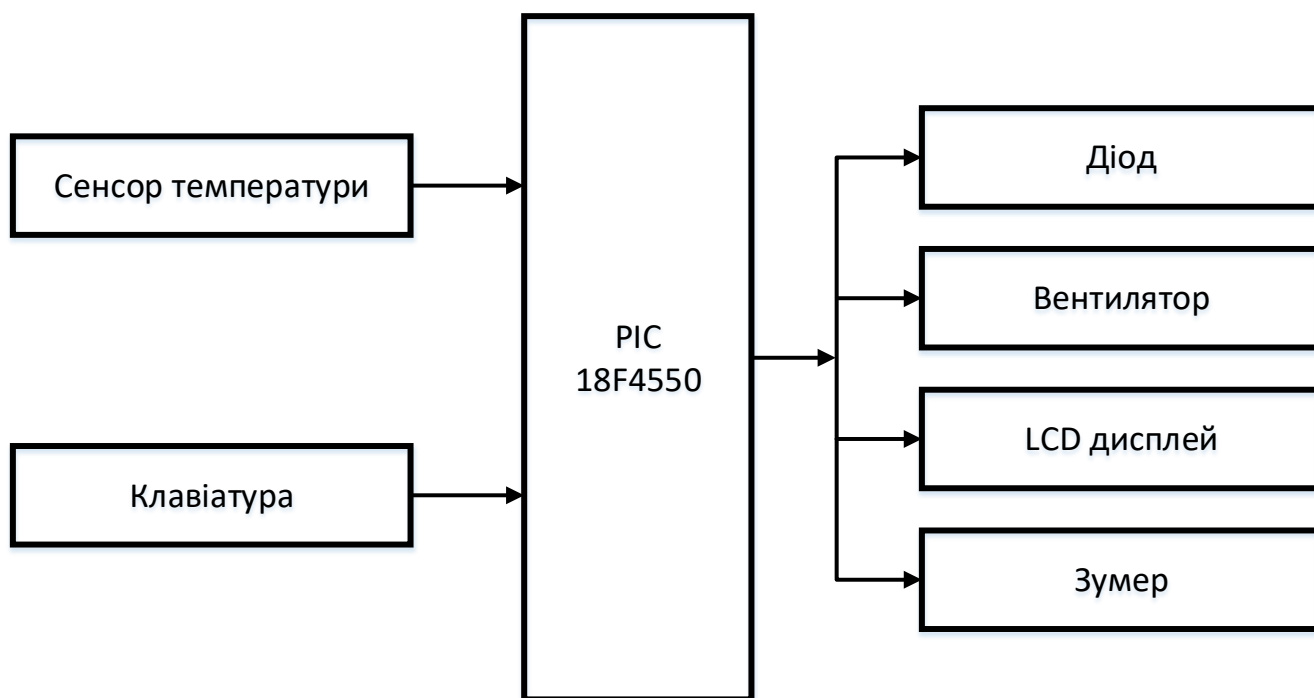


Рис. 1.1. Структурна схема системи автоматичного контролю температури для серверних приміщень

Апаратне забезпечення системи контролю температури включає мікросхему мікроконтролера PIC, сенсорну вхідну мікросхему, схему драйвера, модуль РК-дисплея, світлодіоди та вихідну схему.

Системна плата була розроблена з використанням підключення режиму завантаження через обмеження розміру та фінансів.

Мікроконтролер, на якому побудована система PIC18F4550. Даний мікроконтролер простий у використанні, містить вбудовані таймери та набір цифрових входів і виходів. В якості сенсора температури обрано LM35DZ. РК-дисплей складається з 2 рядків по 16 символів у кожному.

1.2.2. Система контролю температури на базі AVR LM92

У [6] запропоновано систему, що складається з двох основних частин: перша частина містила чотири датчики температури LM92, які підключаються до другої частини, що представляє собою контролер ATtiny2313. Контролер зчитує вхідні дані з чотирьох сенсорів, а потім надсилає температурний рядок через

низькошвидкісний кабелем RS232 на екран дисплею, що знаходиться недалеко від контролерів світла DMX. Екран дисплея спроектований на базі технології ATmega32, який зчитує рядок температури та відображає результат на графічному дисплеї 240x128 з використанням великих цифр.

ATmega32 також зчитує дані з потенціометра, які використовуються як значення відключення. Коли один з показників температури перевищує це значення, дисплей неодноразово перемикається мигаючи і працюючи як сигналізатор.

1.2.3. Система контролю температури на базі LM35

Компанія Cytron Technologies Limited спроектувала комерційну систему керування температурою, що використовує 2 температурних сенсори LM35.

До складу компонентів системи входять мікроконтролер PIC16F876A, безщіткові вентилятори постійного струму, світлодіоди, зуммер і силовий транзистор BD135. Різниця в конструкції цієї системи, у порівнянні з попередньо розробленими моделями, полягала у тому, що: у попередніх версіях використовувався PIC контролер для управління світлодіодами та звуковими сигналами. У цій системі PIC контролер не має достатньо струму для виконання цієї функції; отже, силовий транзистор NPN (BD135) використовується для живлення безщіткових вентиляторів.

Два сенсори температури LM35 використовуються для виявлення температур у двох різних точках приміщення. Програма управління мікроконтролера порівнює показники температури із заданим значенням, що програмується одним натисканням кнопки. Коли задане значення перевищене, спрацьовують звукові сигнали та включаються безщіткові вентилятори постійного струму, щоб розпочати охолодження приміщення. Коли температура нормалізується, безщіткові вентилятори постійного струму вимикаються разом із зумером.

Структурна схема системи керування температурою, що запропонована компанією Cytron Technologies Limited має вигляд, подібний до того, який наведений на рис.1.1, однак відрізняється контролером керування (рис. 1.2).

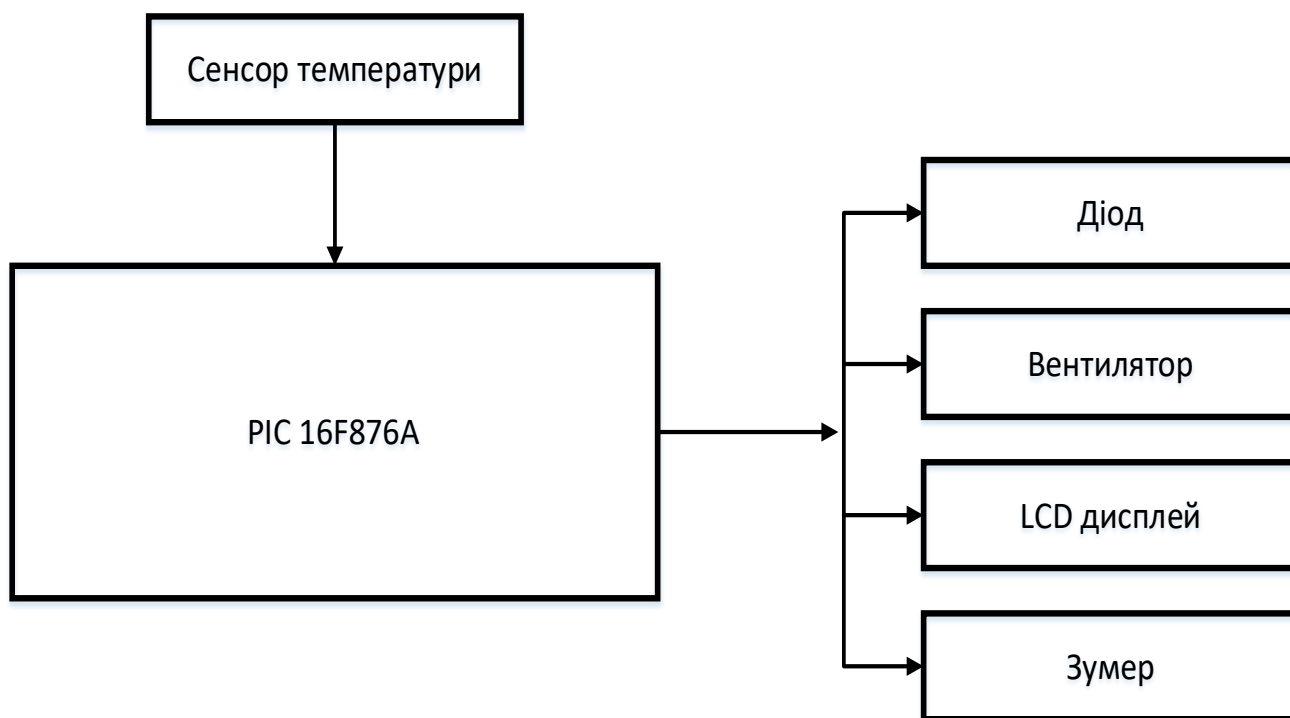


Рис. 1.2. Структурна схема керування температурою на базі мікроконтролера PIC16F876A

Програмне забезпечення керування температурними режимами написано мовою програмування C, блок схема алгоритму її виконання наведено на рис. 1.3.

Система контролю на базі мікроконтролера PIC16F876A з двома LM35 температурними сенсорами передбачає два режими роботи, оскільки орієнтована на забезпечення заданих рівні температури у двох зонах.

У першій зоні необхідно забезпечити рівень температурного режиму на рівні не вище за 40C^0 , а у другій зоні – не вище, ніж 35C^0 . Контролер одночасно через АЦП зчитує дані з обох LM35 сенсорів та відповідно приймає рішення щодо охолодження чи не охолодження певної конкретної зони.

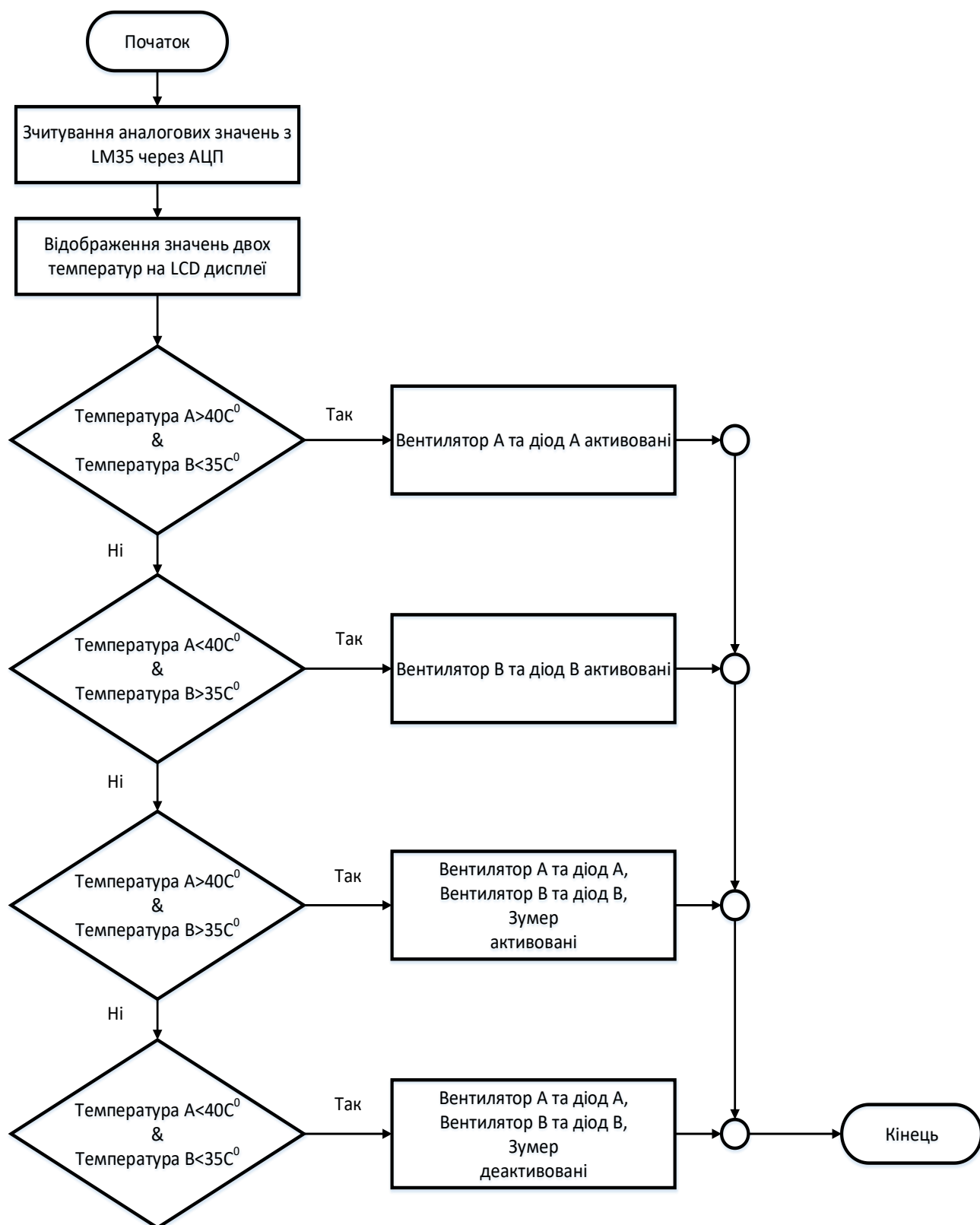


Рис. 1.3. Алгоритм функціонування системи контролю на базі мікроконтролера PIC16F876A з двома LM35 сенсорами температури

2.1.4 Автоматична система контролю температури на базі RZK

Компанія Zilog Technologies розробила систему автоматичного контролю температури і продемонструвала функціональні можливості програмного забезпечення, що працює на ядрі реального часу (RZK) Zilog і дає можливість керувати різними пристроями щодо забезпечення визначеного температурного режиму. Ця система контролю температури зчитує значення із сенсора температури і визначає, коли вимикати або вмикати вентилятор (для охолодження) або діод (для опалення) відповідно до мінімальних та максимальних температурних обмежень. Ці налаштування регулюються за допомогою перемикачів верхньої та нижньої межі температурного режиму.

RZK – це багатозадачне ядро реального часу, розроблене для критично важливих у часі вбудованих систем. Об'єктами RZK, що використовуються для розробки додатків у режимі реального часу, є потоки, черги повідомлень, групи подій, семафори, таймери, частини та об'єкти пам'яті, а також переривання.

Ядро багатозадачності в режимі реального часу, яке також називають операційною системою реального часу (RTOS) – це програмне забезпечення, яке забезпечує ефективну обробку критично важливих у часі подій. Застосування RTOS, як правило, спрощує процес проектування системи, дозволяючи розділити програму на кілька незалежних компонентів, які називають tasks. Блок-схема апаратної архітектури наведена на рис. 1.4

До складу системи входить сенсор температури, вентилятор для охолодження, діод, що загоряється у випадку необхідності нагріву, перемикачі (SW1, SW2, SW3) для встановлення верхньої та нижньої меж температури, а також символічний РК-модуль для відображення поточної температури, верхньої та нижньої меж.

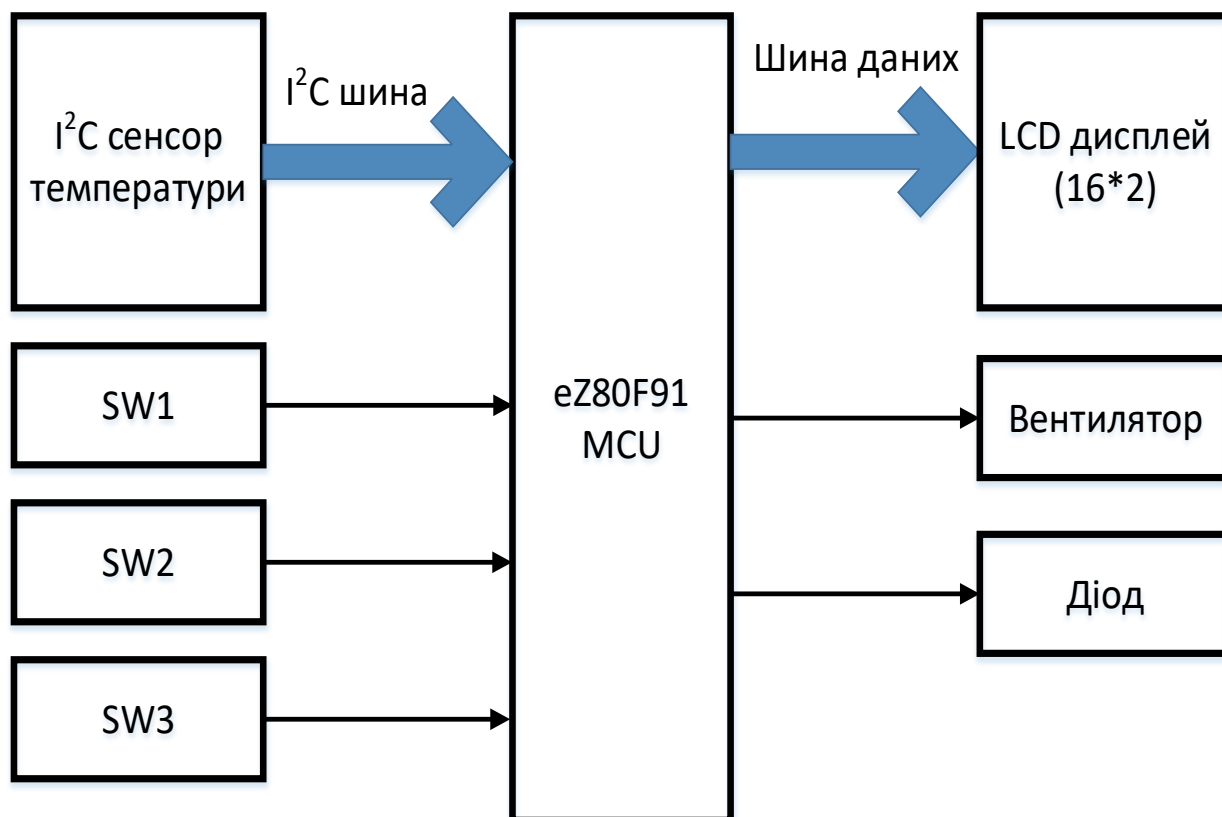


Рис. 1.4. Апаратна архітектура системи контролю температури на базі RZK

На рисунку 1.5 показано зв'язок між мікроконтролером eZ80F91, який був використаний при розробці, та платою термостата. Шина даних підключена до символічного ПК-модуля. Виводи портів PB0, PB1 і PB2 підключені до комутаторів SW1, SW2 і SW3. Виводи PB3 та PB7 підключені до діода та вентилятора відповідно. Датчик температури MAX6625, який використовується в конструкції, підключений до шини I²C.

Розроблене програмне забезпечення автоматичної системи регулювання температури забезпечує функціональність щодо підтримки температури у заданих діапазонах.

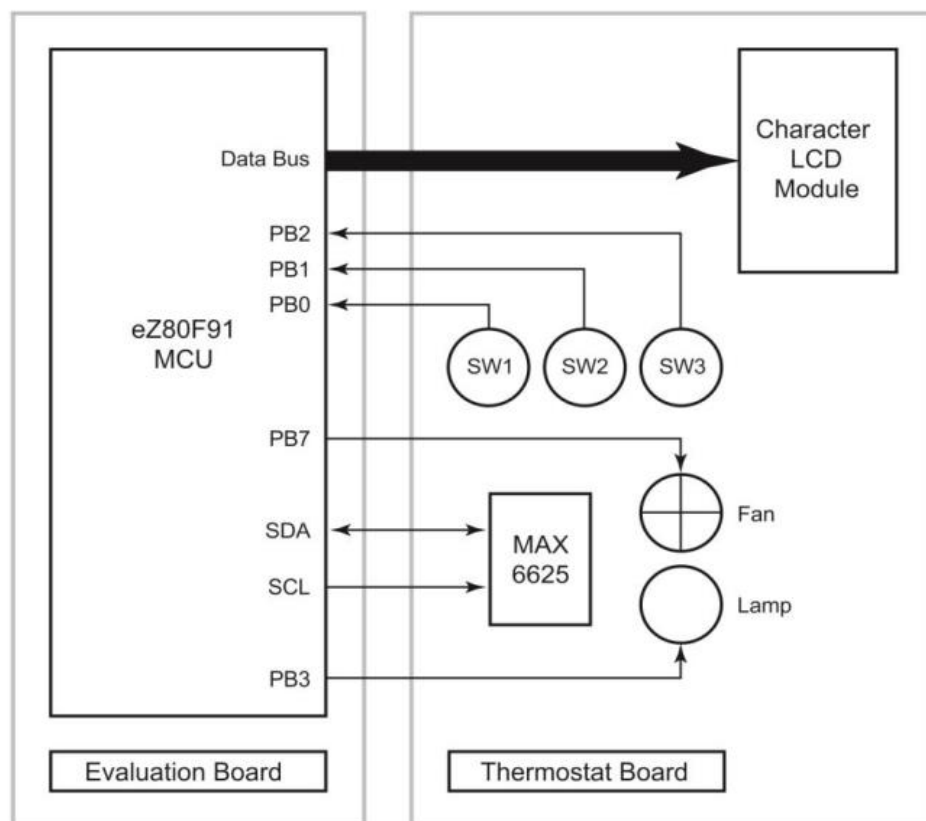


Рис. 1.5. Схема підключення компонентів системи керування температурою на базі RZK

Основні функції, які реалізує дане програмне забезпечення полягають в наступному:

- автоматичне увімкнення / вимкнення вентилятора;
- автоматичне увімкнення / вимкнення діода;
- встановлення нижньої і верхньої межі температури шляхом натиснення перемикача;
- зчитування температури із сенсора;
- відображення поточної температури, нижньої та верхньої межі на РК-дисплеї.

Функціональністю системи керують чотири функції в порядку пріоритету від високого (# 1) до низького (# 4):

1. RZKTempReadTask;
2. TempControlTask;
3. TempDisplayTask;

4. RZKKeyControlTask.

Ці функції виконуються відповідно до їх пріоритету. Автоматичне увімкнення/вимкнення діода та вентилятора, а також налаштування нижньої та верхньої меж контролюється функцією TempControlTask.

Якщо температура, що зчитувана RZKTempReadTask, перевищує встановлену верхню межу, тоді це завдання вимикає діод та вмикає вентилятор. Якщо температура зчитування нижча встановленої межі, RZKTempRead-Task вмикає діод та вимикає вентилятор.

RZKTempReadTask () – функція, що зчитує поточну температуру із сенсора температури І²С.

TempControlTask () – функція, що виконує наступні процедури:

- встановлення верхньої і нижньої межі.
- завантаження поточної температури, верхньої і нижньої границь для представлення їх у вигляді масиву.
- порівняння верхньої і нижньої встановлених меж з поточною температурою та відповідно увімкнення/вимкнення вентилятора/діода.

TempDisplayTask () – функція зчитує та оновлює температуру на РК-дисплеї. Екран відображає поточну температуру, нижню та верхню границі температури. Основні операції, що виконуються цією функцією, зчитуються у буфер дисплею і оновлюють його, відображаючи поточну температуру, нижню і верхню границі.

RZKKeyControlTask () – функція сканує перемикачі для встановлення нижньої та верхньої межі температури. Основними операціями, які вона виконує:

- сканування перемикачів.
- якщо натиснутий перемикач SW1, зменшується нижня межу (LL);
- якщо натиснутий перемикач SW2, зменшується верхня межа (UL);
- якщо натиснуті перемикачі SW1 і SW3, збільшується нижня межа (LL);
- якщо натиснуті перемикачі SW2 та SW3, збільшується значення верхньої меж (UL).

RZKApplicationEntry () – функція, що є основною точкою входу для зовнішніх програм в RZK. Функція введення прикладних програм виконує такі операції:

- ініціалізація усієї периферії;
- створення функції для зчитування температури з сенсора температури I2C, контролю температури в межах заданого діапазону та відображення поточної температури та границь на РК-панелі;
- відновлення всіх функцій.

На рис. 1.6 наведено функціональний алгоритм виконання операцій функції RZKApplicationEntry ().

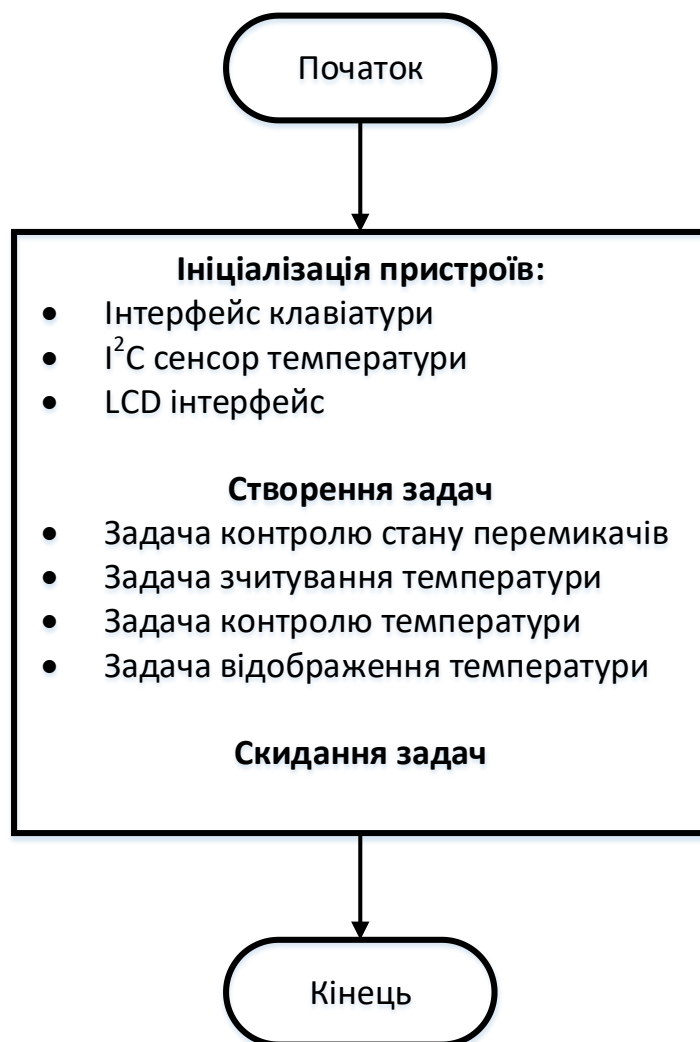


Рис. 1.6. Графічне представлення операцій функції RZKApplicationEntry ()

Виходячи з результатів проведеного аналізу щодо проектування та реалізації систем контролю температурних режимів можна зробити висновок, що не існує загальновизнаного патерну їхнього проектування. Температурні сенсори визначають температуру у приміщенні і надсилають її у блок управління

мікроконтролера.

Програмне забезпечення мікроконтролера проводить перевірку та визначає чи знаходиться температура в межах заданого діапазону. Якщо у результаті перевірки встановлено, що значення температури не відповідає заданому діапазону, то спрацьовує сигналізація та / або ефекторна система, яка забезпечує її корекцію та повернення у межі діапазону.

1.3. Висновки до розділу

Основні результати даного розділу:

1. Проаналізовано сферу застосування систем керування температурними режимами «розумного будинку» у результаті якого виявлено, що проектування та розробка такого класу систем є актуальною задачею і потребує додаткового дослідження в залежності від області використання та особливостей кліматичних умов.

2. Проведено аналіз сучасних підходів та існуючих рішень щодо побудови систем керування температурою та встановлено, що більшість їхніх архітектур є не уніфікованими та не формалізованими.

3. На основі аналізу впроваджених технічних рішень встановлено, що існуючі системи контролю температури складно або неможливо інтегрувати у загальний комплекс «розумного будинку», оскільки вони спроектовані на застарілій компонентній базі і не здатні забезпечувати передачу та обмін даними з хмарними сервісами.

РОЗДІЛ 2

ПОБУДОВА МОДЕЛІ АПАРАТНОЇ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ

2.1. Проектування та формалізація архітектури системи на рівні апаратних компонентів

Проаналізувавши підходи до розробки систем управління температурними режимами у приміщеннях різного призначення, які наведені у першому розділі дипломної роботи, можна зробити висновок, що основними компонентами таких систем є:

- кінцеві пристрої – сенсори температури, екран відображення значень температури;
- мікроконтролер – опрацювання даних та управління підключеними пристроями;
- реле зовнішніх пристроїв – так звані ефектори, які впливають на температуру у приміщенні (охолоджувальні або нагрівальні пристрої).

Окрім основних пристроїв, є ряд допоміжних пристроїв, як наприклад аналогово-цифрові перетворювачі, схеми комутації для встановлення меж температурного режиму, світлові та звукові індикатори включення ефекторів.

Однак, враховуючи недоліки існуючих систем, зокрема використання кількох окремих апаратних пристроїв для виконання елементарних операцій, складність контролю та керування процесом регулювання температури, а також необхідність захищеної передачі та зберігання даних про температурні показники у різні моменти часу пропонується загальна апаратна архітектура, яка наведена на рис. 2.1.

До складу цієї архітектури входять вище описані пристрої, які є спільними практично для усіх систем такого класу. Відмінність полягає в тому, що замість окремих пристроїв використовується єдиний модуль, якій дає змогу одержувати, опрацьовувати і передавати дані на сторонні сервіси для їх подальшого зберігання та забезпечення доступу зовнішнім сервісам.

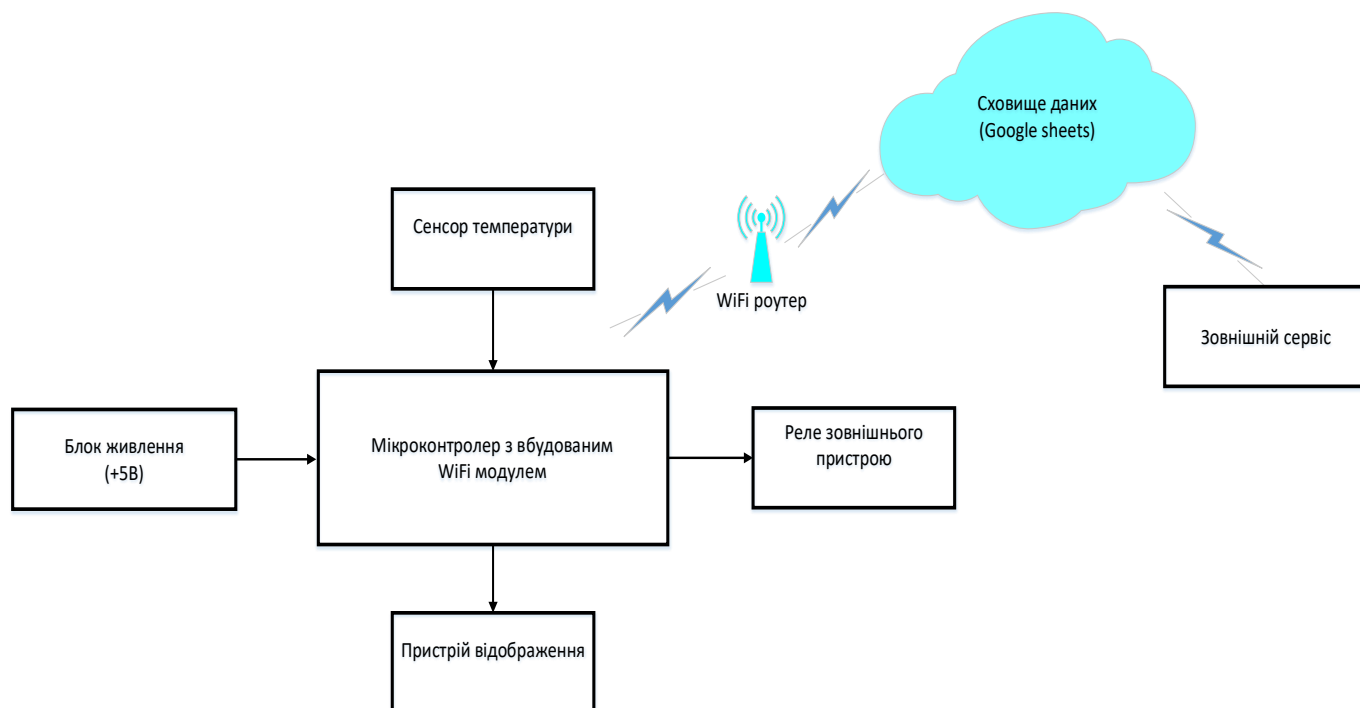


Рис. 2.1. Загальна архітектура системи керування температурними режимами «розумного будинку»

Як видно з рис. 2.1 для реалізації системи контролю температури необхідно обґрунтувати вибір сенсора, який би давав змогу на основі значень напруги прямопропорційно визначати показник температури. Для цього пропонується використати сучасний сенсор, який входить до класу LM 35.

Окрім цього, центральним вузлом системи є мікроконтролер, який повинен швидко опрацьовувати дані і містити WiFi модуль для передачі даних у хмарний сервіс через відповідний роутер.

До мікроконтролера також повинні підключатись локальний пристрій виведення інформації про поточний стан температури у приміщенні та реле зовнішніх пристроїв, які б реагували на сигнали щодо зміни значень поза межами заданого інтервалу. Також в якості світлового індикатора повинен бути підключений світлодіод, що сигналізує про функціонування ефектора.

На рис. 2.2 наведено більш детальну архітектуру апаратного забезпечення системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку».

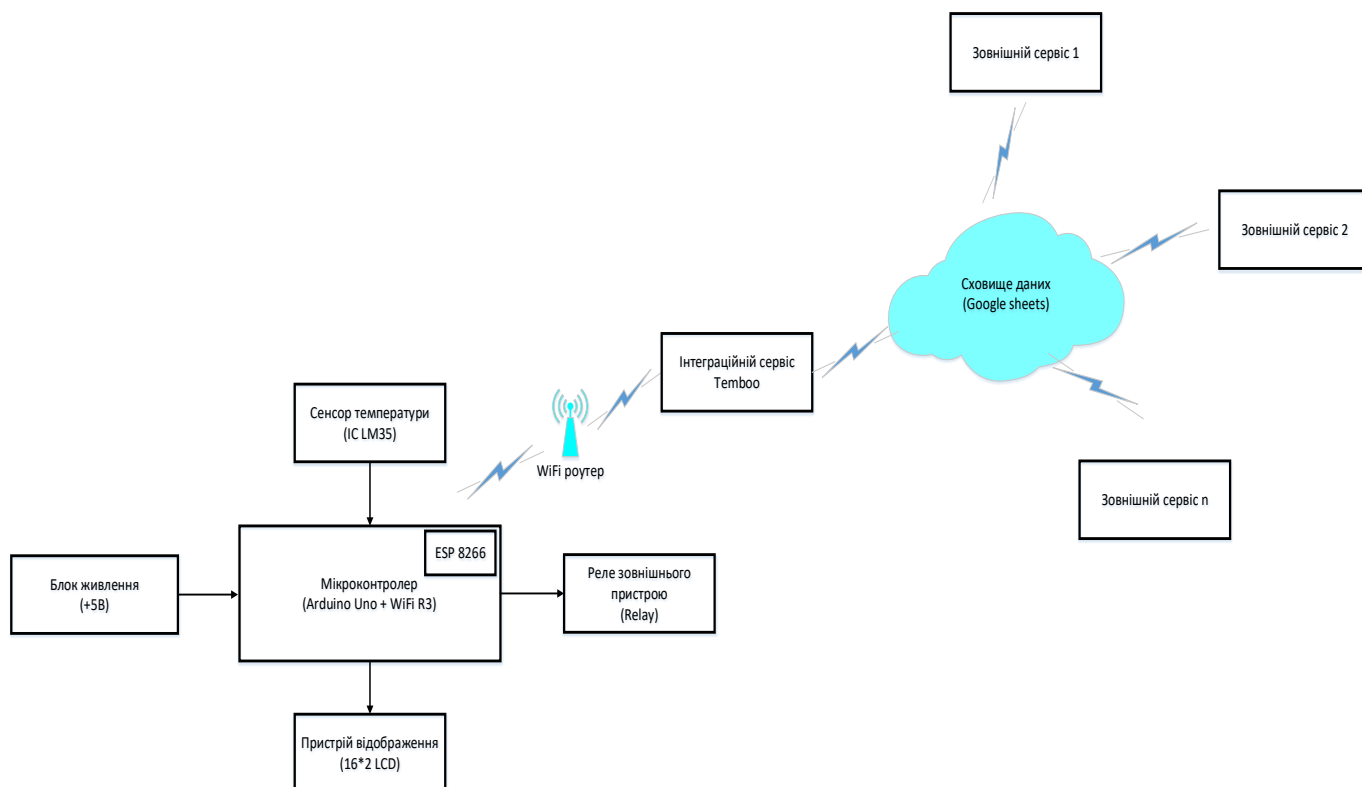


Рис. 2.2. Пропонована архітектура системи керування температурними режимами «розумного будинку»

Як показано на рис. 2.2 в якості мікроконтролера обрано Arduino Uno R3 із вбудованим WiFi модулем ESP 8266, що зумовлено їхньою ціною перевагою над аналогами. До даного мікроконтролера підключено сенсор температури LM 35, реле ефектора, LCD дисплей 16*2.

Проміжною ланкою у такій архітектурі є використання інтеграційної платформи Temboo, що дає змогу встановити з'єднання між Arduino Uno R3 та хмарним сховищем. В якості хмарного сховища запропоновано скористатись Google Platform, а саме Google Sheets. Це дає змогу зберігати та представляти у зручному вигляді дані, одержані із сенсора LM 35.

Запропонована архітектура системи керування температурними режимами дає змогу не тільки виконувати прямі функції, але й використовуватись як система збору інформації для подальшого її вдосконалення як повністю автономної замкнутої системи з керуванням на основі методів штучного інтелекту.

Перейдемо до математичного представлення компонентів архітектури системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку». Для цього пропонується використати парадигму теорії множин.

$$TSystem = \{THard, TSoft\} \quad (2.1)$$

де $TSystem$ – система контролю та управління температурними режимами «розумного будинку»;

$THard$ – апаратні компоненти системи;

$TSoft$ – програмні компоненти.

В свою чергу множину апаратних компонентів системи можна записати як сукупність елементів у наступному вигляді

$$THard = \{TSensor_i, TController, TDisplay, TRelay_j\} \quad (2.2)$$

де $TSensor_i$ – множина сенсорів температури, $i = 1..n$ – кількість сенсорів у системі;

$TController$ – контролер управління температурними режимами;

$TDisplay$ – дисплей для відображення поточного значення температури;

$TRelay_j$ – реле зовнішніх пристроїв (ефекторів).

Оскільки, кожен апаратний компонент системи володіє певним набором властивостей (технічних характеристик) і може перебувати у деяких визначених станах, то в загальному випадку їх можна описати як

$$THard_i = \{THAttr, THState_k\} \quad (2.3)$$

де $THard_i$ – деякий i -ий апаратний компонент з множини $THard$;

$THAttr$ – множина технічних характеристик $THard_i$, $THAttr = \{THAttr_j\}$,

$j = 1..l$ – кількість технічних характеристик;

$THState_k$ – множина станів у яких може перебувати апаратний пристрій,
 $k = 1..m$ – кількість станів;

Звідси випливає, що будь-яке апаратне забезпечення можна представити у вигляді (2.3).

Зв'язок між компонентами системи запропоновано представити у вигляді множини, компонентами якої є пара пристроїв (tuple), які взаємодіють між собою, тип взаємодії, вхідні та вихідні точки (контакти) пристроїв. Аналітично, зв'язок між компонентами системи $THard$ можна представити, як показано нижче

$$TRel_i = \{(THard_i, THard_j), RelType, THard_i(Input), THard_j(Output)\} \quad (2.4)$$

де $(THard_i, THard_j)$ – кортеж, що містить інформацію про два пристрої, які фізично пов'язані між собою;

$RelType$ – тип каналу зв'язку між пристроями;

$THard_i(Input)$ – вхід або вихід i -го пристрою;

$THard_j(Output)$ – вхід або вихід j -го пристрою.

Випадок, коли $i=j$ вказує на те, що пристрій взаємодію сам з собою і характерний, в більшості випадків, тільки для мікроконтролера. При аналізі значення температури на основі одержаного рівня напруги із сенсором LM 35 використовується прямо пропорційна рівність

$$U_{LM35} \uparrow = Temp_C \uparrow \quad (2.5)$$

де U_{LM35} – значення напруги, одержане із сенсора LM35;

$Temp_C$ – температура в градусах Цельсія;

Формалізувавши апаратну складову системи контролю та управління температурними режимами, необхідно представити в аналітичному вигляді і програмну частину.

Компонентами множини $TSoft$ є підмножини системного та прикладного програмного забезпечення

$$TSoft = \{TIntSoft, TExtSoft\} \quad (2.6)$$

де $TIntSoft$ – множина програмного забезпечення, що виконується на Arduino Uno R3;

$TExtSoft$ – множина програмного забезпечення, що є зовнішнім по відношенню до $TIntSoft$.

Системне програмне забезпечення $TIntSoft$ при проектуванні системи управління температурними режимами включає прошивку ($TScetch$), що містить базові налаштування конфігурації Arduino та власне код програми ($TExcecSoft$), що керує параметрами температурного режиму.

$$TIntSoft = \{TScetch, TExcecSoft\} \quad (2.7)$$

Прикладне програмне забезпечення включає в себе хмарне сховище для зберігання температурних показників та інтеграційний сервіс.

$$TIntSoft = \{TCloud, TIntegrate\} \quad (2.8)$$

де $TCloud$ – хмарне сховище, у даному випадку Google Platform (Google Sheets)

$TIntegrate$ – сервіс інтеграції мікроконтролера та хмарного сховища, у даному випадку Temboo.

Важливим завданням є також захист даних при їх передачі та зберіганні. Для цього пропонується використовувати двофакторну авторизацію OAuth 2. В загальному випадку процес аутентифікації можна записати у вигляді

$$OAuth = \{ClientId, SecretID\} \quad (2.9)$$

де $ClientId$ – ідентифікатор клієнта, що генерується платформою Google для конкретного облікового запису;

$SecretKey$ – секретний ключ.

У комплексі $ClientId$ та $SecretKey$ формують унікальний токен ($Token$) для авторизації пристроїв, тобто

$$Token = f(ClientId, SecretID) \quad (2.10)$$

$f(ClientId, SecretID)$ – функція, що формує токен на основі двох параметрів $ClientId$ та $SecretID$.

Токен доступу до даних може бути використаний для доступу зовнішнього програмного забезпечення до даних, які зберігаються в Cloud Sheets. До такого програмного забезпечення можуть належати програмні сервіси, які виконують задачі прогнозування температури на основі підходів штучного інтелекту. Тоді формально, взаємодію такого ПЗ і Google Platform можна записати у вигляді кортежу

$$SCommunication = (TExtSoft_i(Token), TCloud) \quad (2.11)$$

де $TExtSoft_i(Token)$ – програмне забезпечення, що використовує зібрані дані температурних показників, $i = 1..s$, s – кількість зовнішнього ПЗ;

$TCloud$ – хмарний сервіс, у даному випадку Google Sheets.

2.2. Обґрунтування та аналіз компонентів архітектури апаратної складової системи управління температурними режимами

2.2.1. Мікроконтролер

Для управління температурними режимами «розумного будинку» пропонується використати мікроконтролер Arduino UNO з Wi-Fi модулем ESP8266. Даний Wi-Fi модуль містить 8Mb flash пам'яті.

Особливістю Arduino UNO+Wi-Fi R3 є те, що дві частини Arduino UNO та ESP8266 можуть працювати одночасно або незалежно одна від одної. Для вибору режиму роботи використовується перемикач плати, який дозволяє обрати один з режимів, які наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Режими роботи плати Arduino UNO+Wi-Fi R3

Режими	Р №1	Р №2	Р №3	Р №4	Р №5	Р №6	Р №7
Завантаження скетча для ESP8266 (CH340 підключений до ESP8266)	-	-	-	-	+	+	+
Робочий режим ESP8266	-	-	-	-	+	+	-
Завантаження скетча (CH340 підключений до ATmega328)	-	-	+	+	-	-	-
Одночасне функціонування ATmega328 та ESP8266	+	+	-	-	-	-	-

Arduino UNO характеризується такими параметрами як тип мікроконтролера (ATmega328), наявністю чотирнадцять цифрових і шести аналогових входів/виходів, робочою напругою в діапазоні 6В-9В, частотою 16МГц і flash пам'яттю 32 Кб.

До основних характеристик ESP8266 належить:

- підтримка протоколів передачі даних 802.11 b, 802.11 g, 802.11 n;
- розмір пам'яті 8 Мб;
- підтримка вбудованого стеку протоколів TCP/IP;
- потужність 20,5 дБм при використанні протоколу 802.11b;
- наявність системи керування живленням;
- відправлення пакетів даних в діапазоні до 22 мс;
- споживання потужності в режимі очікування до 1 мВт

На рис. 2.3 наведено схему виводів для Arduino UNO+Wi-Fi R3.

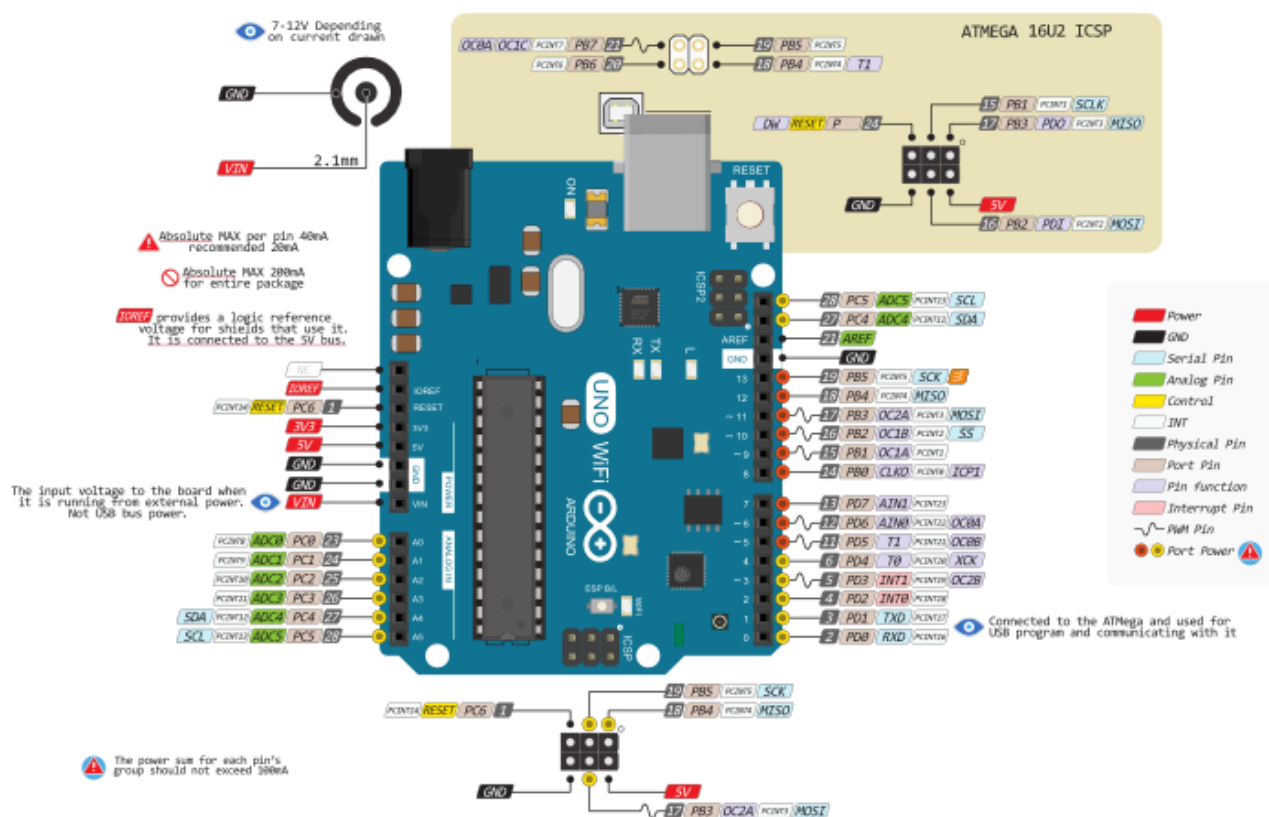


Рис. 2.3. Схема виводів Arduino UNO+Wi-Fi R3

Портами Arduino UNO виступають цифрові входи/виходи, які показано пінами від 0 до 13. Рівню логічної одиниці відповідає напруга 5 В, а відповідно

логічному нулю — 0 В. Максимальний струм на виході – 40 мА. До контактів також підключені резистори, як по замовчуванню є включеними, однак за необхідності їх можна відключити на програмному рівні.

За широтно-імпульсну модуляцію (ШІМ) відповідають виходи «3», «5», «6», «9-11», які дають змогу виводити аналогові значення у вигляді широтно-модульованого сигналу.

Для того, щоб зняти аналоговий сигнал використовуються входи А0–А5, кожен з яких у 10 бітному вигляді може представляти аналогову напругу. Розрядність аналогово-цифрового перетворювача при цьому становить відповідно 10 біт.

Для забезпечення взаємодії з периферійними пристроями через інтерфейс TWI/I²C використовуються входи SDA та SCL. Протокол передачі даних при цьому є синхронним. Найбільш часто для роботи з периферійними пристроями на програмному рівні використовується Wire.h.

Взаємодію через інтерфейс SPI забезпечують піни 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO) та 13(SCK) і при цьому використовується бібліотека з одноіменною назвою.

Для перетворення USB-UART застосовують входи/виходи RX та TX, які з'єднані з відповідними виводами мікроконтролера. Дані піни задіюють у випадку взаємодії плати Arduino з ПК або іншими пристроями через клас Serial.

На рис. 2.4 показано схему електричну принципову Arduino UNO R3.

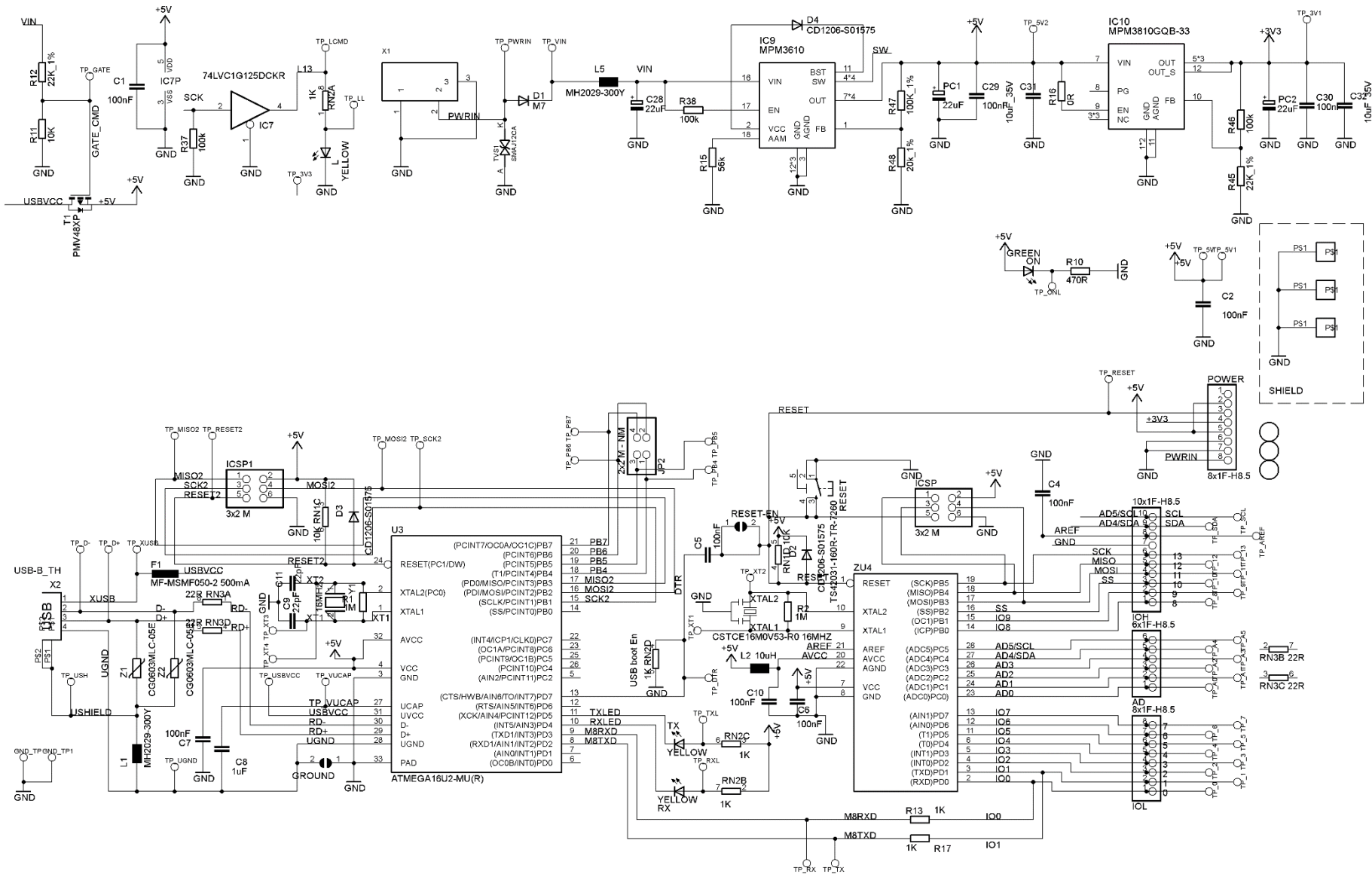


Рис. 2.4. Схема електрична принципова Arduino UNO

Основна функція мікроконтролера ATmega16U2 полягає у забезпеченні комунікації ATmega328P з USB-портом комп'ютера. У цьому випадку, Arduino Uno WiFi R3 емулює роботу віртуального COM-порта при підключенні до комп'ютера, а також зникає необхідність у використанні сторонніх драйверів.

Для забезпечення живленням досліджуваної мікросхеми використовують наступні піни:

- VIN – може подаватися або споживатися напруга від зовнішнього джерела живлення, що не пов'язано з відповідним номіналом напруги USB-порта;
- 5V – від стабілізатора плати на даний пін подається напруга 5 В, що забезпечує живленням мікроконтролер ATmega328 (забезпечувати живленням інші пристрої від 5V не варто);
- 3.3V – від стабілізатора напруги плати подається напруга з відповідним номіналом та максимальним вихідним струмом 1 А;
- GND – позначення виводів «землі».
- IOREF – інформаційний вивід для плат розширення щодо робочої напруги мікроконтролера, що дозволяє перемикатися на інші джерела живлення чи застосовувати перетворювачі рівнів напруги для функціонування пристроїв, що живляться як 3,3 В, так і 5 В.

На рис. 2.5 наведено схему електричну принципову ESP8266.

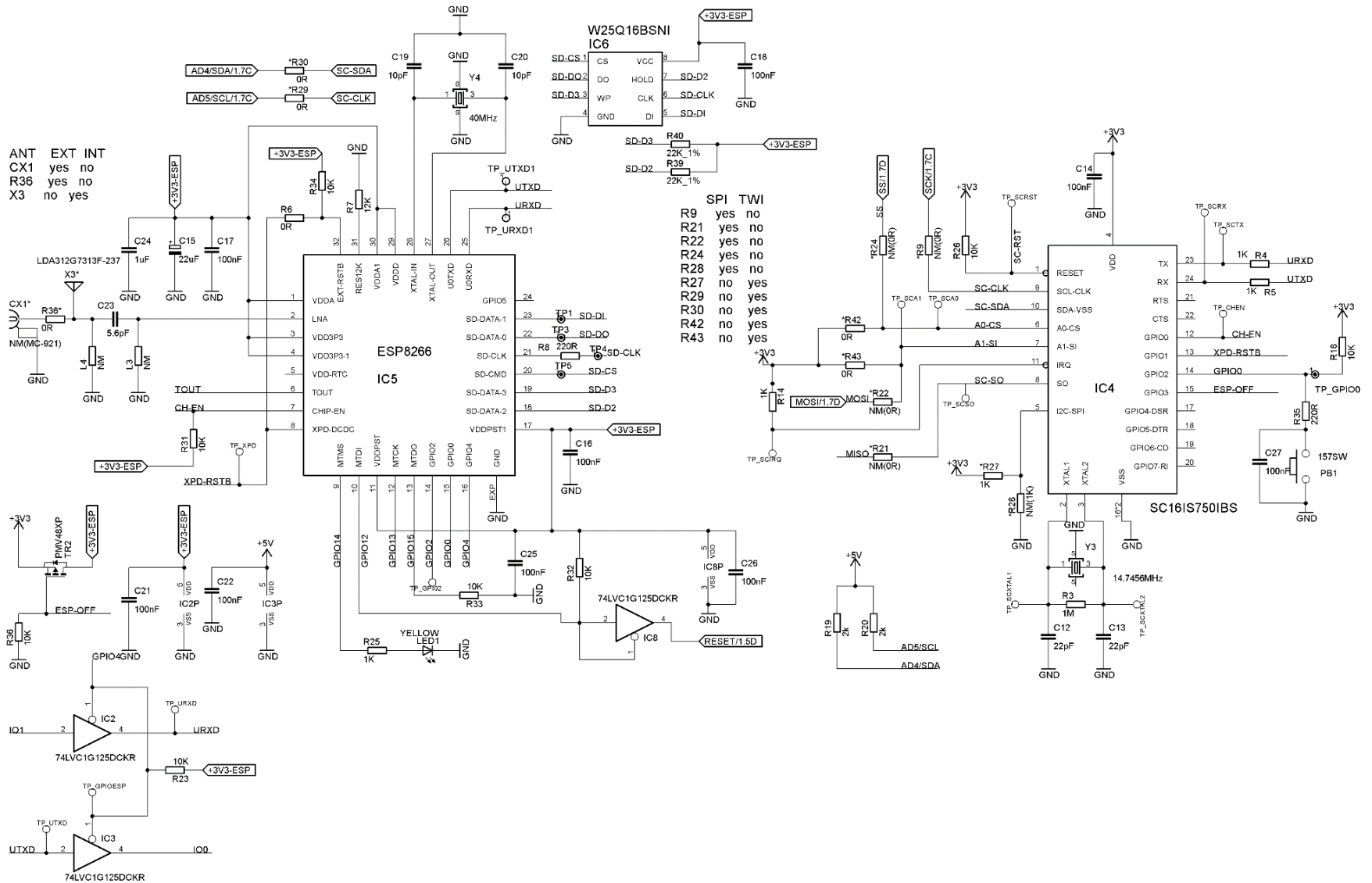


Рис. 2.5. Схема електрична принципова ESP8266

2.2.2. Сенсор температури

LM35 є одним з найбільш популярних і недорогих сенсорів температури. Він забезпечує рівень вихідної напруги 10,0 мВ на кожен градус за шкалою Цельсія з опорної напруги. Вихід цього пристрою можна подати на АЦП; будь-який мікроконтролер може бути пов'язаний з будь-яким цифровим перетворювачем для зчитування та відображення вихідних даних LM35.

Схема повинна бути спроектована таким чином, щоб вихідний сигнал становив 0 В при температурі 0°C і піднімався до 1000 мВ або 1,0 В при 100°C. Щоб отримати точне значення температури необхідно вихідну напругу помножити на 100. Для прикладу, у випадку напруги 0,50 В температура становитиме 50°C.

Серія LM35 – це прецизійні температурні пристрої з інтегральною схемою з вихідною напругою, яка прямо пропорційною температурі за шкалою Цельсієм. Важливою перевагою LM35 над лінійними температурними сенсорами, які підлаштовані за шкалою Кельвіна, є те, що немає необхідності виділяти складову постійної напруги з виходу, щоб отримати зручне масштабування за Цельсієм. Пристрій LM35 не вимагає зовнішнього калібрування, щоб забезпечити точність за замовчуванням від $\pm 0,25^\circ\text{C}$ за кімнатної температури та $\pm 0,75^\circ\text{C}$ в діапазоні від -55°C до 150°C .

Менша вартість забезпечується калібруванням при виготовленні таких давачів. Низький вихідний опір, лінійний вихід і точне калібрування пристрою LM35 дозволяє взаємодіяти із пристроями зчитування або схемою управління доволі просто і є ефективним засобом при побудові схем вимірювання. Пристрій може використовуватися з одно- та дво- полярними джерелами живлення. Оскільки LM35 забирає лише 60 мкА з джерела живлення, він має дуже низьке самонагрівання менше $0,1^\circ\text{C}$ у нерухомому повітрі. Пристрій LM35 призначений для роботи в діапазоні температур від -55°C до 150°C , тоді як пристрій LM35C призначений для діапазону від -40°C до 110°C .

На рис. 2.6 наведено сенсор температури LM35.

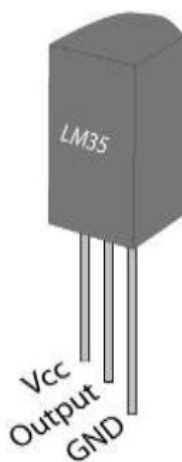


Рис. 2.6. Сенсор температури LM35

Базова схема включення LM35 в якості сенсора температури з діапазоном температур від $+2^{\circ}\text{C}$ до $+150^{\circ}\text{C}$ показано на рис. 2.7.

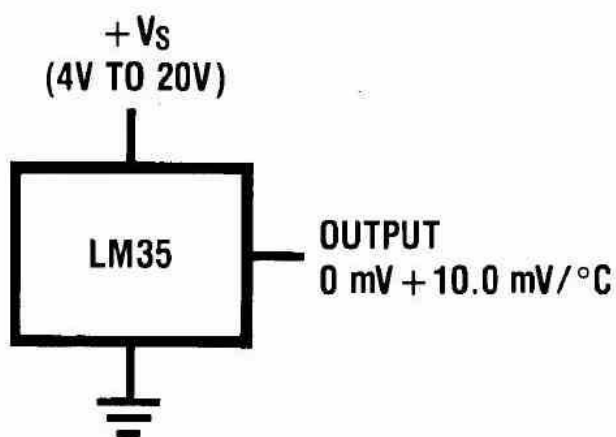


Рис. 2.7. Схема включення LM35 (діапазон температур $+2^{\circ}\text{C}$... $+150^{\circ}\text{C}$)

Для підключення LM35 як сенсора з повним діапазоном вимірювання температурних режимів від -55°C до $+150^{\circ}\text{C}$ використовується схема, яка наведена на рис.2.8.

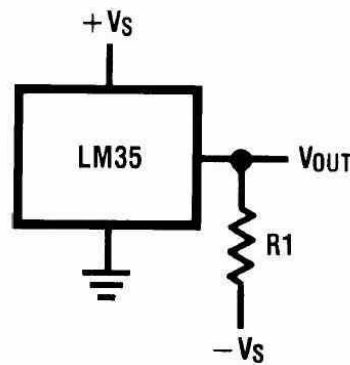


Рис. 2.8. Схема включення LM35 (діапазон температур $-55^{\circ}\text{C}\dots +150^{\circ}\text{C}$)

При проектуванні системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку» використано сенсори LM35 зі схемою включення, яка наведена на рис.2.8.

2.2.3. LCD дисплей

LCD-дисплей (рідкокристалічний дисплей) – це електронний модуль відображення, який пропонує широкий спектр застосувань. РК-дисплей 16x2 є важливим модулем системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку». Застосування РК-дисплеїв є економічно вигідним, характеризується простотою програмування, не мають обмежень для відображення спеціальних символів та анімації.

Розмір LCD-дисплею 16x2 означає, що він може відображати 16 символів у стрічці, і таких рядків 2. Кожен символ відображається у матриці 5x7 пікселів. Цей LCD-дисплей містить два регістри: Command та Data. Реєстр команд зберігає командні інструкції, які передаються на LCD-дисплей. Команда – це вказівка LCD-дисплею виконувати заздалегідь визначену задачу, наприклад, ініціалізувати дисплей, очистити екран, встановити положення курсору, керувати відображенням і т. д. Регістр даних зберігає дані, що відображаються на LCD-дисплеї і представляються у вигляді ASCII символів. На рис. 2.9 наведено вигляд LCD-дисплей.

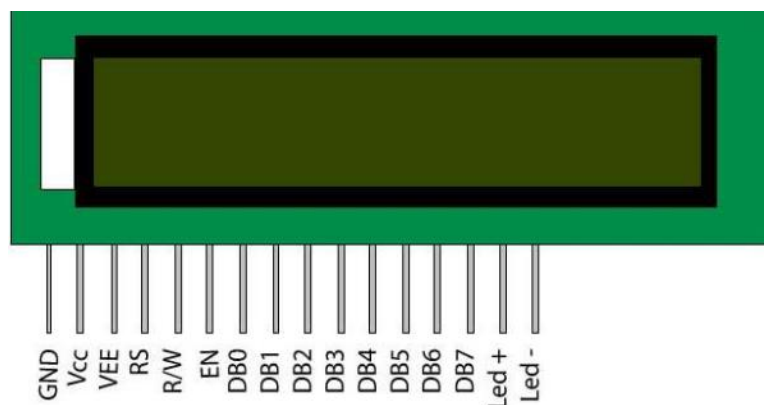


Рис. 2.9. LCD-дисплей

2.2.4. Реле системи керування температурними режимами

У загальному випадку, реле представляє собою електричний вимикач. В основі більшості таких пристроїв лежить електромагніт, що приводить в дію механічний перемикач. Однак на практиці також можуть використовуватися й інші принципи перемикачів, наприклад твердотільні реле. Реле застосовуються у тих випадках, коли необхідно керувати схемою за допомогою сигналу малої потужності, або для управління кількома схемами за допомогою одного сигналу.

Реле широко використовувались на телефонних станціях та на ранніх стадіях проектування комп'ютерів для виконання логічних операцій. Якщо електричні реле використовуються у невеликих електричних схемах малої потужності, то для забезпечення здатності перемикачів напруги чи струму, потрібно реалізувати схему комутації реле. При реалізації системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку» запропоновано використати схему комутатора реле NPN.

Котушка реле є не тільки електромагнітною, але й індуктивною. Коли живлення подається на котушку для перемикачів транзистора, в результаті через резистор буде протікати максимальний постійний струм. Схема комутації реле наведена на рис. 2.10.

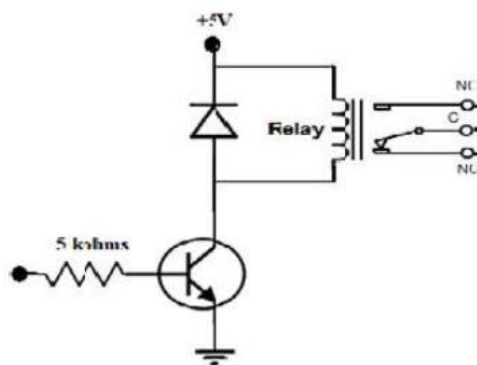


Рис. 2.10. Схема реле

Частина енергії зберігається в магнітному полі котушки реле. Коли транзистор вимикається, струм, що протікає через котушку, спадає, а магнітне поле зникає. Однак накопичена енергія в магнітному полі повинна бути якимось чином використана, і як наслідок на котушці створюється зворотна напруга для забезпечення струму в котушці реле. Такі дії формують стрибки високої напруги, які можуть пошкодити комутаційний транзистор NPN (BC 548). Отже, щоб запобігти пошкодженню транзистора, до котушки реле підключено діод, що забезпечує зворотну напругу на котушці на рівні близько 0,7 В. Таким чином відбувається передача накопиченої енергії і запобігання виходу з ладу транзистора.

2.3. Проектування схеми системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку»

Дослідивши технічні характеристики компонентів системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку» та обґрунтувавши доцільність їх використання перейдемо до проектування схеми. Як було зазначено раніше у п. 3.1 для реалізації системи пропонується використати мікроконтролер Arduino Uno WiFi R3 до складу якого входять аналого-цифровий перетворювач, тактовий генератор 32 МГц, регістри зсуву, а також мікроконтролер ESP8266.

До системи контролю та управління температурою входить сенсор температури IC LM35, який використовується для визначення температури у приміщенні на основі аналізу рівнів напруги, яка подається з Arduino.

Arduino Uno WiFi R3 перетворює аналоговий сигнал у цифровий і формує певний рівень напруги для конкретного значення температури.

LCD дисплей 16x2 призначений для відображення температури у приміщенні із сенсора LM35, як в градусах Цельсія, так і у Фаренгейтах. Одночасно дані про температуру (рівень напруги) також надсилаються в реле, якщо температура відхиляється від заданого значення, реле активується і приводить в дію охолоджувальний або нагрівальний пристрій. Таким чином відбувається контроль та управління температурними режимами. Окрім цього, дані про температуру у градусах Цельсія через контролер ESP 8266 надсилаються для зберігання у Google Spread Sheet.

Проаналізуємо більш детально систему моніторингу та керування температурними режимами. LM35 генерує деяку напругу, значення якої відповідає температурі у приміщенні. Ця генерована напруга є постійною, представлена в аналоговій формі і подається на вхід контролера, а саме на аналоговий порт 0 (A0) Arduino UNO. Arduino UNO зчитує значення напруги з відповідного аналогового входу і за допомогою аналогово-цифрового перетворювача формує цифрову форму сигналу у вигляді бітів. Значення напруги, одержане з АЦП, представляється деяким числом в діапазоні від 0 до 1023, а для його опрацювання використовують 10 біт.

Далі дані передаються до мікроконтролера ATmega328, який виконує множення одержаного значення на коефіцієнт 0,488. У результаті цього отримують значення температури у градусах Цельсія. Аналогічно можна помножити одержане значення на коефіцієнт 1,8 і додати 32 для перетворення рівня напруги у температуру за шкалою Фаренгейта. Наступний крок полягає у візуалізації температури на LCD дисплеї та надсиланні даних у Google Spread Sheet. Для візуалізації даних використовуються канали передачі по цифрових портах 2 – 5.

Отже, Arduino uno надсилає дані для відображення на LCD-дисплеї 16x2. LCD-дисплей 16x2 підключений до мікроконтролера і показано на схемі нижче (рис.2.11).

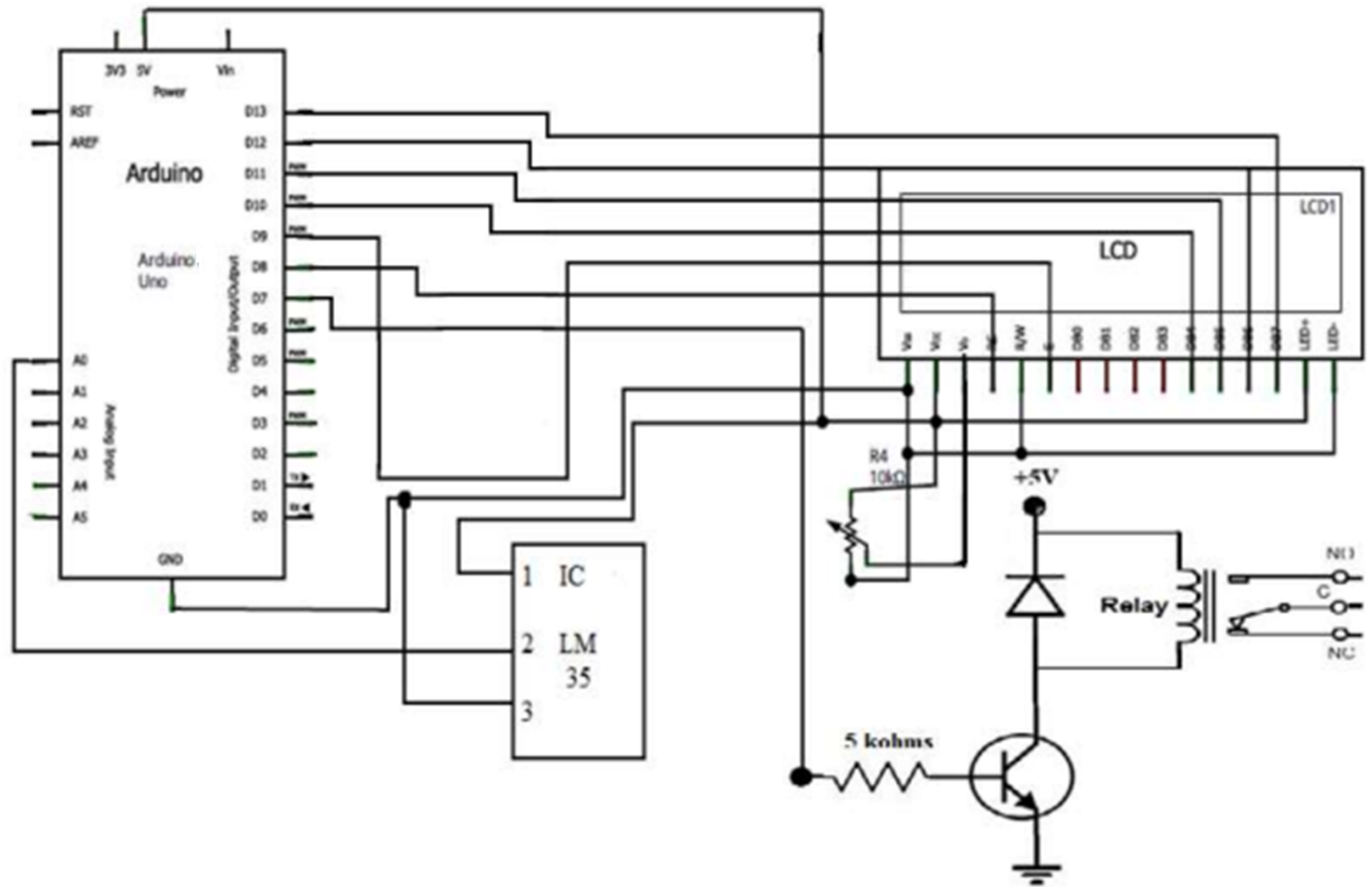


Рис. 2.11. Схема системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку»

Вивід 1 дисплею підключений до заземлення, а вивід 2 – до VCC через Arduino для активації або увімкнення LCD-дисплею. До виводу 3 підключений резистор з опором 10 кОм для регулювання яскравості екрану. Вивід RS та Enable підключений до 12 та 11 виводів Arduino відповідно. LCD-дисплей одночасно відображає температуру у градусах за шкалою Цельсія і Фаренгейта.

Одночасно Arduino надсилає контрольний біт 0 або 1 на цифровий порт 6. Цей біт є керуючим. Так, для біта 0 Arduino передає 0 В, а для біта 1 - 5 В. Реле підключено до цифрового виводу 6 через схему комутації. Якщо температура менша заданої, то Arduino на вивід 6 посилає 0 В, що відповідає логічному низькому рівню. У випадку, коли поточна температура перевищує встановлене значення, подається 5 В, що відповідає високому логічному рівню 1. Відповідно до логічного рівня цифрового виводу 6, схема реле отримує вхідні параметри і реле вмикається або вимикається. Отже, охолоджуючий чи нагрівальний пристрій, підключений до нього, також вмикається/вимикається відповідно. Як тільки температура досягає заданого рівня, реле відключається.

2.4. Висновки до розділу

Основні результати даного розділу полягають в наступному:

1. Запропоновано та формалізовано архітектуру системи керування температурними режимами «розумного будинку» у термінах теорії множин, що дало змогу узагальнити структуру її компонентів і зв'язків між ними, а також спростити процедуру вибору апаратного і програмного забезпечення в порівнянні з відомими підходами.

2. Обгрунтовано вибір мікроконтролера Arduino Uno R3 з WiFi модулем ESP8266 як ядра системи управління температурою, що дало змогу забезпечити необхідну функціональність, надійність та стійкість роботи системи.

3. Обгрунтовано вибір сенсора температури LM 35, який дає змогу вимірювати значення температури в діапазоні від -550С до +1100С і може використовуватись у багатьох сферах життєдіяльності. Перевагою даного сенсора

над іншими є те, що значення напруги прямо пропорційне величині температури і не потребує додаткового калібрування та більше, ніж двох функцій перетворення.

4. Обгрунтовано застосування LCD-дисплею 2*16 та реле ефекторів, що, відповідно, дають змогу візуалізувати поточне значення температури за шкалою Цельсія і Фарингейта, а також керувати зовнішніми пристроями охолодження/нагрівання (ефекторами) в залежності від зміни температурних показників у приміщенні.

5. Спроектовано схему компонентів і з'єднань між запропонованими пристроями, що дало змогу змодельовати та реалізувати архітектуру апаратного забезпечення системи керування температурними режимами розумного будинку.

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ

3.1. Вимоги до програмного забезпечення системи управління температурними режимами «розумного будинку»

Для визначення та представлення функціональних вимог до системи керування температурними режимами «розумного будинку» доцільно скористатися технологією UML, а саме use case діаграмами.

До основних функціональних вимог, які висуваються до такої системи є наступні:

- можливість встановлення верхньої межі температурних показників у приміщенні;
- здатність до встановлення нижньої межі температури при якій буде вмикатись нагрівальний та вимикатись охолоджуючий пристрій;
- можливість вмикати/вимикати пристрій охолодження/нагрівання в залежності від температури у приміщенні.
- забезпечення функції відображення поточної температури на LCD-дисплеї у градусах Цельсія та Фарингейта;
- можливість перезапуску системи та скидання параметрів до заводських;
- здатність надсилати значення температурних показників до Google Sheet та зберігати їх;
- забезпечити здатність автоматичного надсилання даних за розкладом з інтервалом часу 30 хв;
- світлова індикація увімкнення/вимкнення зовнішніх пристроїв (нагрівання/охолодження);

До вимог захищеності, які висуваються до системи керування температурними режимами, можна віднести:

- захист від механічного пошкодження;
- захист від стрибків напруги;

- заходи з електробезпеки;
- двофакторна аутентифікація при взаємодії з Google Platform.

Продуктивність системи повинна відповідати часу, який близький до реального.

У загальному випадку функціональні вимоги до системи контролю та управління температурними режимами можна зобразити, як показано на рис. 3.1.

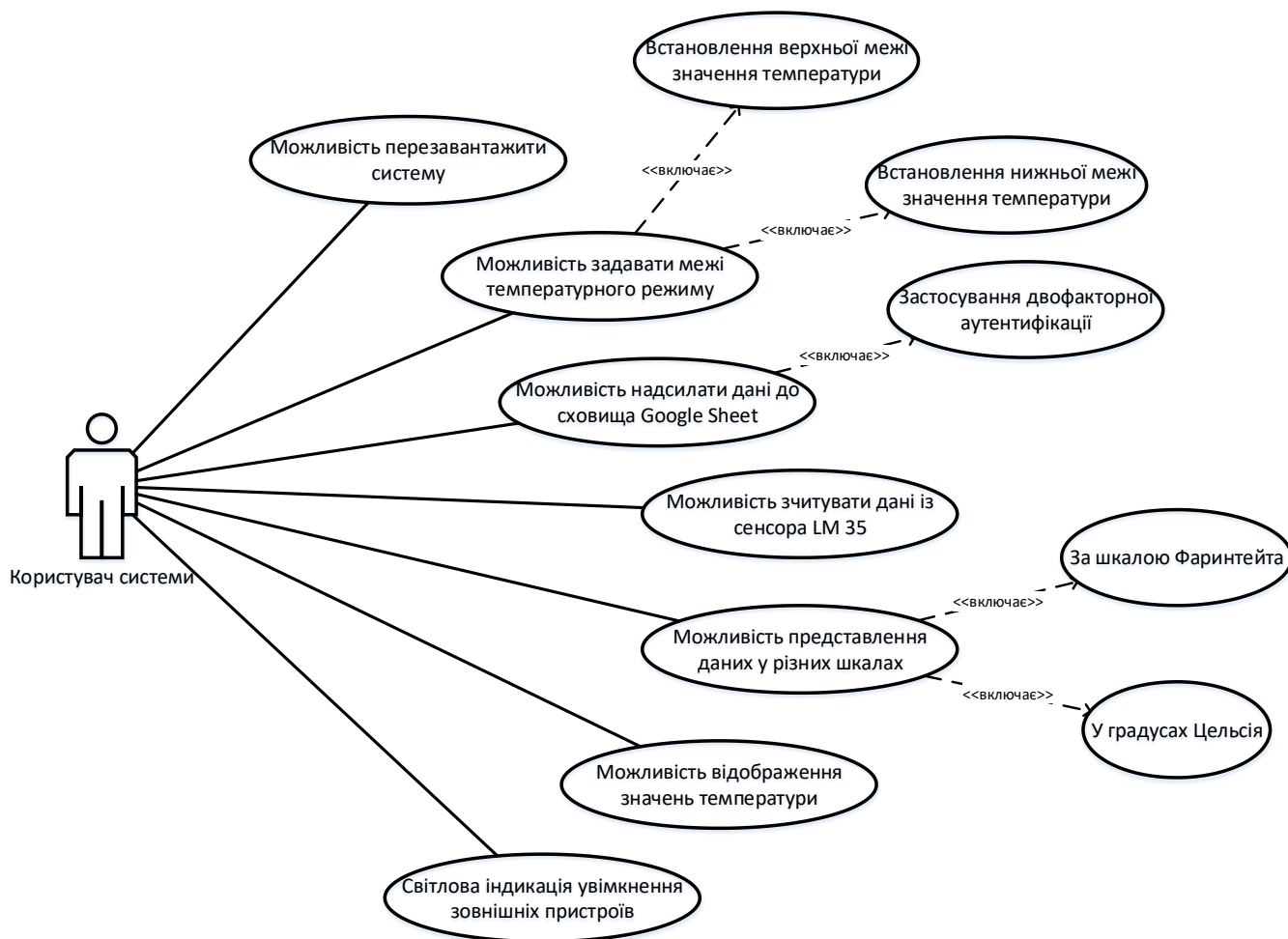


Рис. 3.1. Вимоги до системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку»

На основі визначених функціональних вимог до системи контролю температурних режимів можна спроектувати її архітектуру та визначити способи і засоби передачі даних у Google Sheet.

3.2. Проектування архітектури програмного забезпечення

В загальному випадку, при проектуванні архітектури програмного забезпечення можна скористатися кількома підходами: об'єктно-орієнтований, функціональний, компонентний, потоків даних та ін. У випадку проектування системи управління температурними режимами пропонується скористатися представленням програмних компонентів у вигляді функцій, які розподілені за шарами Фаулера.

На верхньому рівні при представленні архітектури програмного забезпечення у вигляді шарів Фаулера знаходяться модулі, а в даному випадку функції, які безпосередньо є інтерфейсом для кінцевого користувача системи. До них належить:

- функція відображення поточного значення температури у приміщенні;
- функція для встановлення верхньої межі температурного діапазону;
- функція для встановлення нижньої межі температурного діапазону.

Функція відображення пов'язана власне з представленням значень температури у двох форматах та регулюванням яскравості екрану. Функції встановлення верхньої і нижньої меж може бути задана програмно, а може регулюватися за допомогою блоку перемикачів.

На рис. 3.2 наведено архітектуру програмної складової системи управління температурними режимами.

Функція ініціалізації пристроїв є вбудованою діагностичною функцією і дає змогу визначати працездатність системи. Далі керування передається до функції зчитування значень температури із сенсора LM 35. Ця компонента одержує параметри напруги з давача і після цього передає їх до функції перетворення у показники температури у градусах Цельсія та у Фарингейтах.

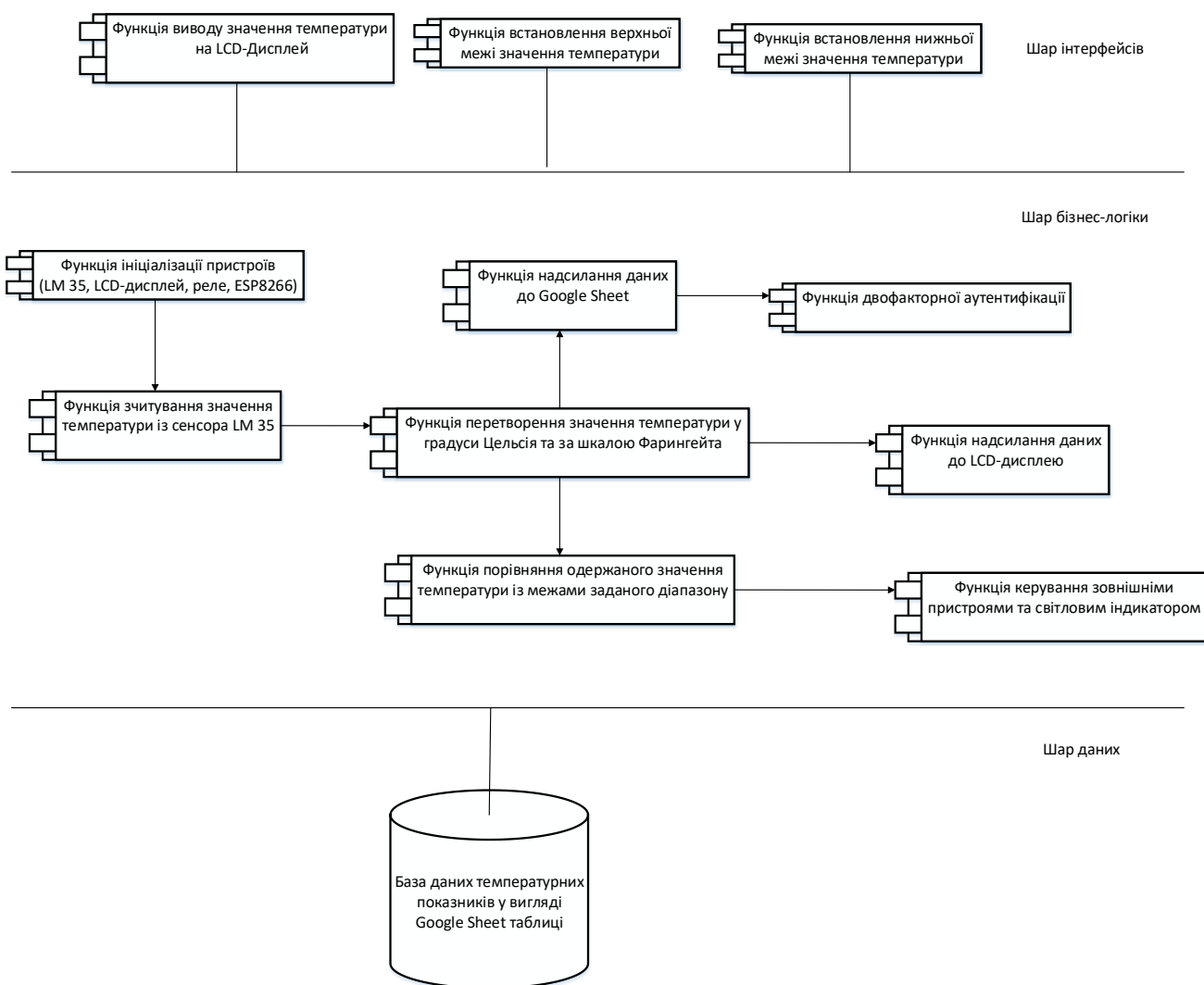


Рис. 3.2. Архітектура програмного забезпечення системи управління температурними режимами «розумного будинку»

Наступна функція призначена для порівняння одержаних значень із сенсора температури із заданими верхніми і нижніми межами температурного інтервалу. В залежності від того, чи одержане значення відхиляється від встановлених границь, керування передається до функції управління зовнішніми пристроями (ефекторами): нагрівального або охолоджуючого пристрою. У випадку не належності значення температури заданому інтервалу вмикається одне з реле і загоряється відповідний діод.

Для зберігання та накопичення даних про температурні показники приміщення, а також моменти часу і поточні значення температури повітря навколишнього середовища при включенні та виключенні ефекторів використовується функція надсилання даних у Google Sheet. Виклик даної функції

породжує звернення до функції двохфакторної авторизації, що дає змогу забезпечити високу надійність та захищеність при надсиланні даних в cloud.

3.3. Розробка алгоритмів функціонування системи

Алгоритм роботи системи управління температурними режимами «розумного будинку» (рис. 3.3) передбачає виконання наступних кроків:

- ініціалізація пристроїв;
- ініціалізація програмного забезпечення та встановлення меж температурного режиму (верхня і нижня границі);
- зчитування значень напруги з давача LM 35;
- перетворення одержаного значення у значення температури;
- порівняльні процедури поточного значення температури із заданими верхньою і нижньою межами;
- відображення температури на екрані у двох шкалах;
- аутентифікація та запис даних у Google Sheets.

Як видно з наведеного на рис. 3.3 алгоритму, окрім лінійних блоків, в яких виконуються обчислення та встановлення параметрів системи, наявні ще й два блоки розгалуження. Вони стосуються перевірки того, чи належить поточне значення діапазону заданих температур. У випадку, коли значення температури вище заданого верхнього порогу, то надсилається сигнал керування до реле зовнішнього пристрою, який відповідає за охолодження приміщення. Якщо ж температура нижче верхньої межі, то здійснюється ще одна перевірка. Вона полягає у визначенні того, чи поточна температура не нижча за значення нижнього встановленого порогу. Коли поточне значення температури нижче встановленого, то керуючий сигнал подається до реле нагрівального пристрою, в іншому випадку – система з певним інтервалом часом знову починає процедуру спочатку. Ще одним розгалуженням в алгоритмі, наведеному на рис. 3.3 є блок, що здійснює перевірку на дозвіл запису даних у таблицю Google Sheet.

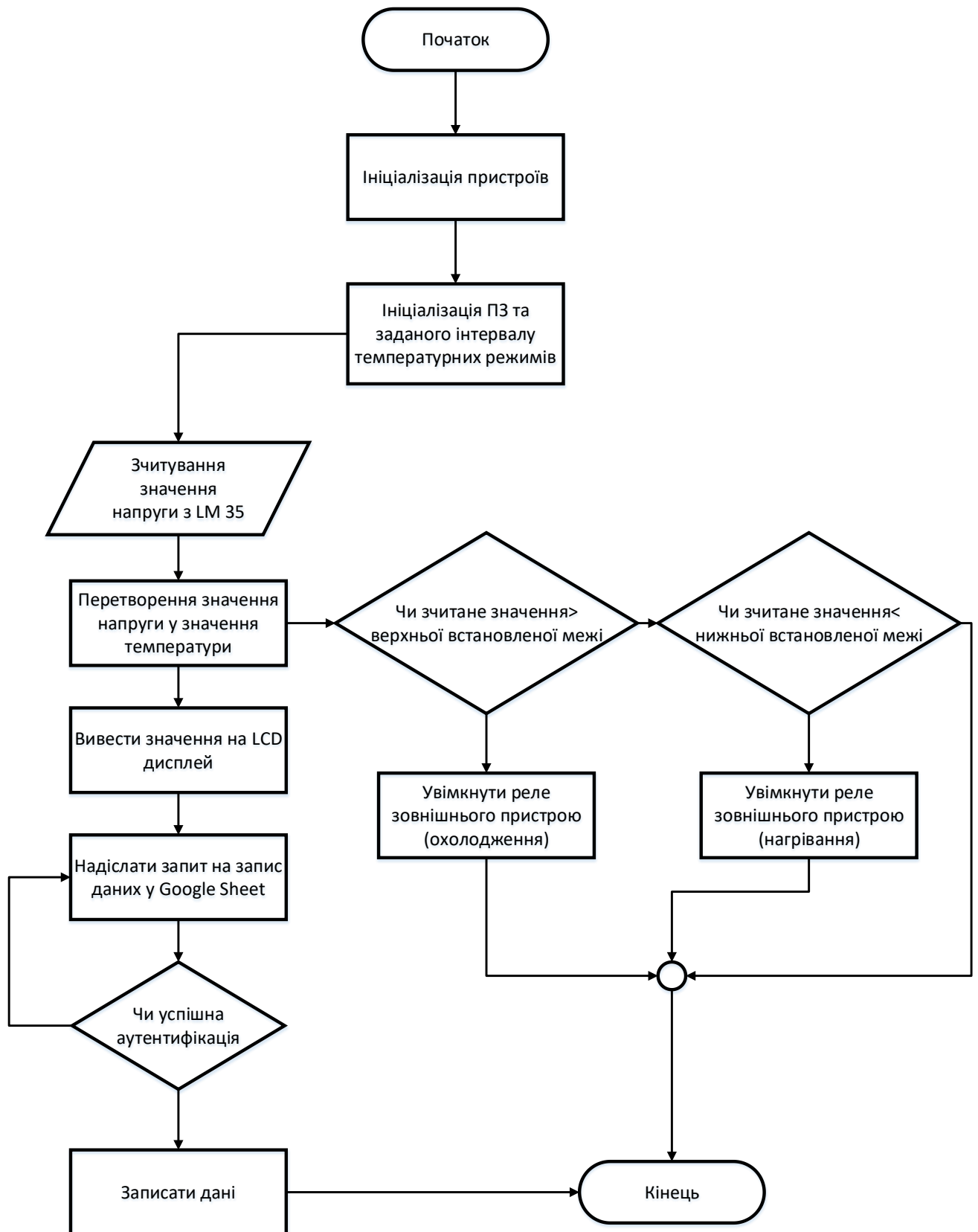


Рис. 3.3. Алгоритм роботи системи управління температурними режимами «розумного будинку»

На рис. 3.4 показано у вигляді діаграми послідовностей принцип функціонування запропонованої системи, коли поточне значення температури знаходиться у заданому діапазоні.

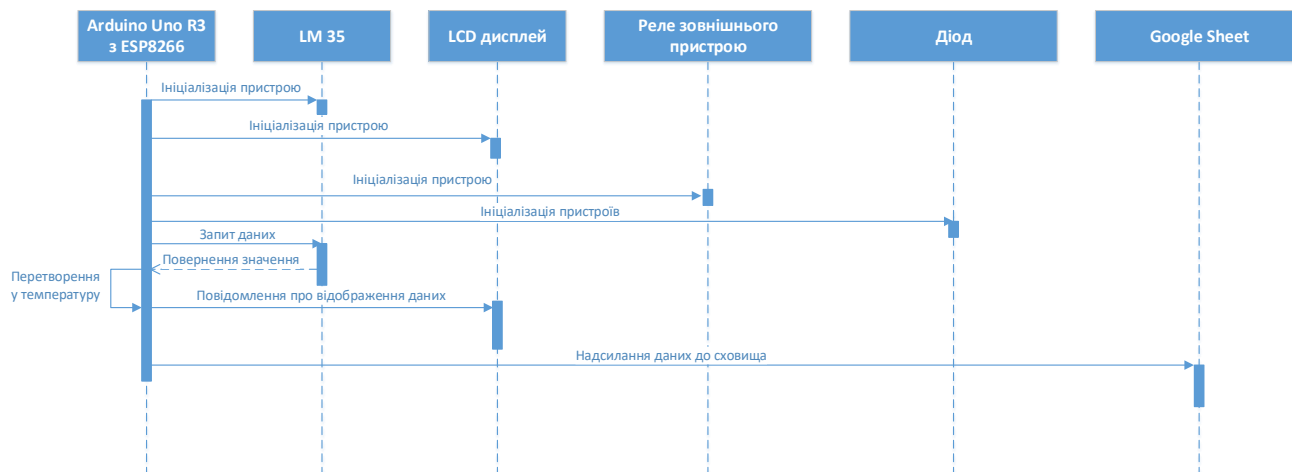


Рис. 3.4. Діаграма послідовностей у випадку, коли температура приміщення у заданому інтервалі

Лістинг програми для керування температурними режимами «розумного будинку» наведено у лістингу 3.1

Лістинг 3.1. Код програми управління температурними режимами

```

#include <LiquidCrystal.h> // Підключення бібліотеки для роботи
з LCD дисплеєм
#define tempSensor 0 // Встановлення A0 як "сенсора"
int Vin; // Змінна для зчитування даних з A0
float TC; // Змінна для зберігання перетвореного значення
напруги у °C
float TF; // Змінна для зберігання перетвореного значення з °C у
°F
/* Функція, що визначає, які будуть задіяні контакти для
управління LCD дисплеєм */
LiquidCrystal lcd( 8, 9, 10, 11, 12, 13);
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); Ініціалізація LCD дисплею 16x2
  lcd.print("*Temperature*"); // Відправлення тексту на LCD
дисплей.
  pinMode(7,OUTPUT);
}
  
```

```

void loop()
{
  Vin = analogRead (tempSensor); /* Читання піна A0 і запис
  значення у змінну "Vin" */
  TC=(500.0*Vin)/1023.0; /* Перетворення значення напруги у
  температуру і запис її у змінну "TC" */
  TF = ((9.0*TC)/5.0)+32.0; // Перетворення °C to °F
  lcd.setCursor(0, 1); // Переміщення курсора до наступного рядка
  дисплею
  lcd.print(TC); // Відображення значення на дисплеї
  lcd.print((char)223); //символ градуса
  lcd.print("C "); // Відображення "F" для представлення
  температури у Фарингейтах.
  lcd.print (TF);
  lcd.print((char)223); // символ градуса
  lcd.print("F "); // Вивід "C" для відоддображення шкали за
  Цельсьієм.
  if(TC < 32.00){
    digitalWrite(7,LOW);
  }else{
    digitalWrite(7,HIGH);
  }
  delay(1000); // Затримка на читання A0
}

```

3.4. Авторизація Arduino Uno R3 за допомогою OAuth 2

Розвиток IoT на сьогодні є одним із трендових напрямів комп'ютерної інженерії. Важливим і цікавим аспектом цієї технології є те, що можна поєднувати прості плати розробки та існуючі хмарні платформи, які надають ряд сервісів. При цьому, для побудови екосистеми на основі IoT не обов'язково витратити великі кошти. Однією із задач дипломної роботи магістра щодо проектування системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку» є її інтеграція з хмарним сховищем для логування параметрів Arduino Uno R3 та зберігання даних про температуру, одержану із сенсорів LM 35. Для розв'язання цієї задачі пропонується використати Google Cloud Platform, зокрема Google Sheets.

Для забезпечення передачі даних із сенсора температури за допомогою Arduino до Google Sheets можна використати IoT платформу Temboo. Це хмарна платформа, яка надає містить служби інтеграції, як спрощують процес взаємодії між різними системами. Щоб забезпечити інтеграцію Arduino Uno R3 з Google Sheets та з використанням Temboo необхідно виконати наступні кроки:

- авторизація Arduino Uno R3 на основі OAuth 2 і одержання токена для обміну даними з Google;
- надсилання сервісних даних та значення температури у Google Sheets за допомогою Temboo.

Мета застосування OAuth полягає у забезпеченні процедури авторизації щодо надсилання даних до Google Sheets на основі OAuth 2. Для спрощення цього процесу пропонується використати Temboo, який дозволяє одержати токен OAuth.

Для одержання токена необхідно мати профіль у системі Google, найпростіший спосіб – електронна скринька. Профіль дає змогу одержати доступ до консолі розробника, звідки можна включити Google API, зокрема, API Google Sheets. Після правильного налаштування проекту одержують ідентифікатор клієнта та секретний ключ. Ці два ключі є дуже важливими при встановленні з'єднання та авторизації пристрою. Результат, який одержуємо у випадку коректного налаштування параметрів при авторизації системи управління температурними режимами з Google Sheets наведено на рис. 3.5.

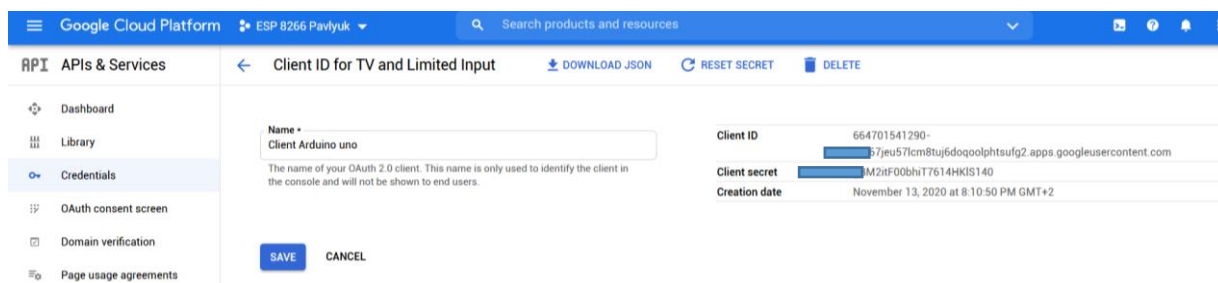


Рис. 3.5. Ідентифікатор клієнта та клієнтський ключ

Наступний крок після одержання токена, що містить інформацію про ідентифікатор клієнта та секретний ключ для доступу до Google Sheets полягає у налаштуванні параметрів Temboo. Для цього необхідно мати обліковий запис даної IoT платформи.

Налаштування служби OAuth 2 на цій платформі відбувається так, як показано на рис. 3.6. При цьому зліва у меню необхідно обрати OAuth 2, далі *InitializeOAuth* з подальшим вибором *утиліти->авторизація*.

Токен, який сформовано з ідентифікатора клієнта (ClientID) та ключа (Secret Key) одержано на попередньому кроці з платформи Google, що дає змогу інтегрувати Temboo з Google Sheets та Arduino Uno R3 з Temboo.

The screenshot shows the 'INPUT' section of the Temboo configuration interface. It includes a dropdown menu set to 'Spreadsheet'. Three input fields are visible:

- ClientID:** The Client ID provided by the service. Value: 630634199612-bdfbqu7e8gp00a...apps.googleusercontent.com
- RequestTokenEndpoint:** The Authorization Server URL where the initial token request occurs (e.g. https://accounts.google.com/o/oauth2/auth). Value: https://accounts.google.com/o/oauth2/auth
- Scope:** The OAuth scope that should be associated with the access token being requested. This is not always required. Typically, you can specify multiple scopes separated by spaces, commas, or pipes. Value: https://www.googleapis.com/auth/spreadsheets

Below the input fields is an 'OPTIONAL INPUT' section. At the bottom right, there is a 'Run Now' button with a refresh icon. Below the input section, the 'OUTPUT' section shows a 'Successful run at 06:49 ET'.

Рис. 3.6. Налаштування Temboo

При правильному налаштуванні параметрів Temboo одержують результат, як показано на рис. 3.7.

The screenshot shows the 'OUTPUT' section of the Temboo configuration interface. It displays two output fields:

- AuthorizationURL:** The authorization URL that the application's user needs to go to in order to grant access to your application. Value: https://accounts.google.com/o/oauth2/auth?client_id=630634199612-bdfbqu7e8g...
A tooltip message says: "Visit this URL and grant your application access to your Utilities data. When you see a blank page, you can run the FinalizeOAuth Choreo." There is an 'X' icon and an 'ELECT ALL' button.
- CallbackID:** An ID used to retrieve the callback data that Temboo stores once your application's user authorizes. Value: survivingwithandroid/5a2eae91-89d7-4ce9-8f0c-235...
A tooltip message says: "Save this CallbackID - you'll need it to run the FinalizeOAuth Choreo." There is an 'X' icon and an 'ELECT ALL' button.

Рис. 3.7. Результат налаштування Temboo

Результат, наведений на рис. 3.7 є дуже важливий, оскільки ці дані будуть використовуватися на подальших кроках інтеграції Arduino Uno R3 з Google

Platform. Далі потрібно увімкнути доступ до Google Sheet. Виконання процедури увімкнення відбувається із застосуванням URL-адреси, що наведена у першому рядку параметрів рис. 3.7 та надсилання цього запиту за допомогою браузера. Надіславши запит на авторизацію до Google Platform, з'явиться вікно, яке показано на рис. 3.8, що є останнім кроком інтеграції – FinalizeOAuth.

The screenshot shows a configuration window titled 'FinalizeOAuth'. At the top right, there is a dropdown menu set to 'Spreadsheet' and a 'Save' button. Below this, there are four main input sections:

- AccessTokenEndpoint:** The URL for the authorization server that issues access tokens (e.g. https://accounts.google.com/o/oauth2/token). The input field contains: https://accounts.google.com/o/oauth2/token
- CallbackID:** The callback token returned by the InitializeOAuth Choreo. Used to retrieve the authorization code after the user authorizes. The input field contains: survivingwithandroid/5a2eae91-89d7-4ce9-8f0c-...
- ClientID:** The Client ID provided by the service. The input field contains: 630634199612-bdfbqu7e8gp00a... pps.googleusercontent.com
- ClientSecret:** The Client Secret provided by the service. The input field contains: mfreckXxIUXZaw...

At the bottom left, there is a section for 'OPTIONAL INPUT'. At the bottom right, there is a 'Run Now' button with a refresh icon.

Рис. 3.8. Вікно FinalizeOAuth

Значення параметра CallbackID вказано, виходячи з рис. 3.7 (друга стрічка). У результаті надсилання запиту одержують токен, який використовується для аутентифікації Arduino Uno R3 (рис. 3.9).

*** Response**
The response from the server.

```
{
  "access_token" : "ya29.GlxUBdw6QGRvRkxnxfp2Ru_IDEgxWJpmEudf3Jo4GxBgiQy9EP6psOGI3ohS
  "expires_in" : 3572,
  "token_type" : "Bearer"
}
```

SELECT ALL

Рис. 3.9. Токен авторизації

Для того, щоб надсилати дані про температуру, одержану з LM 35, до Google Sheets використовується налаштування AppendValue (рис. 3.10).

Google . Sheets . AppendValues ☆

Appends values to a spreadsheet.

INPUT Spreadsheet1 ▾

ClientID
The Client ID provided by Google. Required unless providing a valid AccessToken.
630634199612-bdfbqu7e8gp00a2... pps.googleuserc GoogleD...Account

ClientSecret
The Client Secret provided by Google. Required unless providing a valid AccessToken.
mfrecKxIUXXzaw... GoogleD...Account

RefreshToken
An OAuth refresh token used to generate a new access token when the original token is expired. Required unless providing a valid AccessToken.
ya29.GltlBTq-AWNPutodxrXQZkjQ0NSPBhIUgtCKjBj6M... GoogleD...Account

SpreadsheetID
The ID of the spreadsheet. This can be found in the URL when viewing your spreadsheet in your web browser.
1zSA2O3dqkPWxWrh3rOHlJ8EmzTzqC1HPX...

Values
This is an array of arrays. The outer array can represent one or more rows while the inner array can represent one or more cell values. See Choreo notes below for more details.
[[["128","78"]]]

Рис. 3.10. Налаштування для додавання даних у Google Sheets

Для виклику форми, зображеної на рис. 3.6 необхідно обрати Google, після цього Sheets та Append Value. Значення поля SpreadSheetID можна взяти із стрічки адресу, як показано на рис. 3.11.

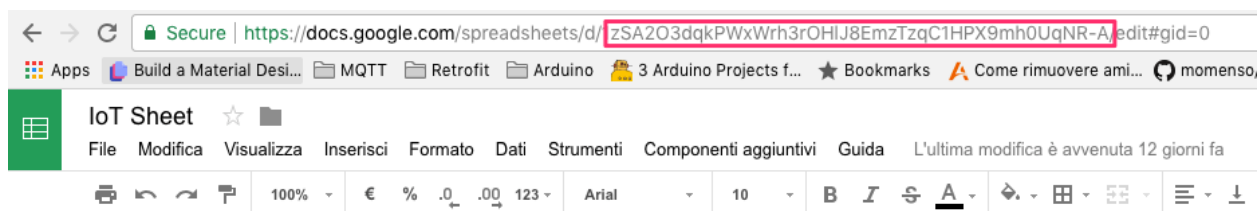


Рис. 3.11. Значення SpreadSheetID

Після того, як додана вся необхідна інформація, Temboo генерує весь код, необхідний для інтеграції Arduino Uno R3 та хмарної платформи Google. Згенерувавши скетч системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку» та імплементувавши його в Arduino, одержуємо результат передачі даних, який наведено на рис. 3.12.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Timestamp	Temperature, C	Temperature, F									
2	13.11.2020 16:38:02	21,70	71,06									
3	13.11.2020 17:08:02	21,70	71,06									
4	13.11.2020 17:38:02	21,70	71,06									
5	13.11.2020 18:08:02	21,70	71,06									
6	13.11.2020 18:38:02	21,50	70,70									
7	13.11.2020 19:08:02	21,30	70,34									
8	13.11.2020 19:38:02	21,10	69,98									
9	13.11.2020 20:08:02	20,80	69,44									
10	13.11.2020 20:38:02	20,50	68,90									
11	13.11.2020 21:08:02	20,20	68,36									
12	13.11.2020 21:38:02	19,90	67,82									
13	13.11.2020 22:08:02	19,60	67,28									
14	13.11.2020 22:38:02	19,30	66,74									
15	13.11.2020 23:08:02	23,20	73,76									
16	13.11.2020 23:38:02	23,00	73,40									
17	14.11.2020 00:08:02	22,80	73,04									
18	14.11.2020 00:38:02	22,60	72,68									
19	14.11.2020 01:08:02	22,40	72,32									
20	14.11.2020 01:38:02	22,20	71,96									

Рис. 3.12. Результат запису даних з Arduino Uno R3 у Google Sheets

Загальна схема аутентифікації та передачі даних з IoT пристроїв до платформи Google наведена на рис. 3.13.

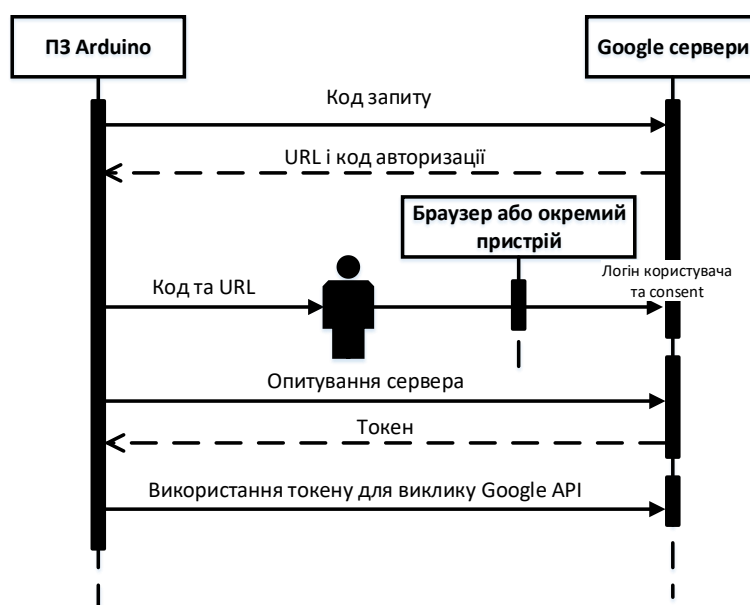


Рис. 3.13. Загальна схема аутентифікації та взаємодії Arduino Uno R3 та Google Sheets

Таким чином виконується передача даних про температуру у системі контролю температурних режимів «розумного дому», яка окрім прямої функції регулювання виконує функцію системи збору інформації, що в подальшому дозволить реалізувати smart систему прогнозування температурних показників, в залежності від температури повітря навколишнього середовища. Лістинг 3.2 демонструє фрагмент програмного коду для відправки даних у Google Sheet за допомогою Temboo.

Лістинг 3.2. Програмний код відправлення даних у Google Sheet

```

#include <Bridge.h>
#include <Temboo.h>
#include "TembooAccount.h"
const String GOOGLE_USERNAME = "your-google-username"; const
String GOOGLE_PASSWORD = "your-google-password";
const String SPREADSHEET_TITLE = "your-spreadsheet-title";
int numRuns = 1;
int maxRuns = 100
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  delay(4000);
  while(!Serial);
  Serial.print("Initializing the bridge... ");
  Bridge.begin();
  Serial.println("Done!\n");
}
void loop()
{
  if (numRuns <= maxRuns) {

    Serial.println("Running AppendRow - Run #" +
String(numRuns++));

    unsigned long now = millis();

    Serial.println("Getting sensor value...");

    unsigned long sensorValue = getSensorValue();

    Serial.println("Appending value to spreadsheet...");

    TembooChoreo AppendRowChoreo;

    AppendRowChoreo.begin();

    AppendRowChoreo.setAccountName (TEMBOO_ACCOUNT);
    AppendRowChoreo.setAppKeyName (TEMBOO_APP_KEY_NAME);
    AppendRowChoreo.setAppKey (TEMBOO_APP_KEY);
  }
}

```

3.5. Тестування спроектованої системи

Тестування є одним із способів перевірки функціональності та коректності роботи спроектованої системи. Основною вимогою при перевірці роботи системи управління температурними режимами є:

- здатність системи адекватно реагувати на зміну температурних показників у приміщенні;
- відображати поточне значення температури на екрані в реальному часі;
- надсилати дані у хмарний сервіс для подальшого зберігання.

Для виконання таких перевірок складається тест план. У даному випадку тест план пропонується розділити на дві частини: тестування апаратного забезпечення і тестування програмного забезпечення.

Перевірка коректності функціонування програмного забезпечення може бути виконана у середовищі розробки, наприклад, Arduino IDE. При цьому у режимі відлагодження можна проаналізувати значення змінних, покрокову правильність логіки виконання коду.

Інша частина тест плану орієнтована на визначення правильності функціонування апаратного забезпечення, зокрема LCD дисплею, мікроконтролера, реле та ін.

Основні вимоги, які перевірено при тестуванні апаратного забезпечення полягають в наступному:

- здатність забезпечувати заданий рівень точності сенсора температури LM35;
- Arduino Uno R3 повинен забезпечувати управління та зв'язок між компонентами системи, шляхом виконання програмного коду та передачі/збору даних з відповідних контактів (пінів);
- LCD-дисплей повинен відображати температуру в реальному часі.
- реле зовнішніх пристроїв (ефекторів) та світлові діоди повинні перебувати у режимі «вимкнено» у випадку, коли показник температури переданий із сенсора LM 35 знаходиться у межах заданого температурного інтервалу, а в стані

«увімкнено» - коли показник температури відхиляється від верхньої або нижньої межі діапазону

– система повинна бути стабільною і працювати належним чином у заданому діапазоні температур.

– обмеження на температуру приміщення: повинна бути в межах - 40°C-85°C (ІС LM 35 може використовуватись для визначення температури у діапазоні від -55 ° С до 150 °С).

Для тестування спроектованої системи необхідно підключити схему, як показано на рис. 3.9. В якості блоку живлення можна використати USB порт комп'ютера або блок живлення, який на виході видає 5 В.

Далі виконується спостереження за правильністю функціонування сенсора LM35. У випадку зниження або зростання температурних показників, зміна повинна бути відображена на LCD-екрані. Система повинна працювати у відповідності до інструкцій програмного коду, тобто при виході температури за межі встановленого діапазону повинні вмикатися світловий діод та вмикатись реле.

Провівши тестові випробування, встановлено, що система працює коректно, адекватно реагує на зміну показників температури, а також надсилає дані про температуру у хмарне сховище з інтервалом 30 хв. Результати випробувань наведено у розділі 3 і частково у розділі 2.

3.6. Висновки до розділу

У даному розділі одержано наступні практичні результати:

1. Визначено функціональні вимоги до програмного забезпечення системи керування температурними режимами «розумного будинку» та представлено їх вигляді use case діаграми, що дало змогу в подальшому спроектувати архітектуру у відповідності до їх формального представлення.

2. На основі представлення архітектури програмного забезпечення за шарами Фаулера визначено програмні модулі, що стосуються забезпечення інтерфейсу користувача, логіки функціонування системи та зберігання даних.

3. Розроблено алгоритми функціонування системи керування температурою, що дало змогу реалізувати засобами мови C++ задані функціональні вимоги.

4. Запропоновано рішення щодо інтеграції системи керування температурними режимами з хмарним сервісом Google Platform (Google Sheets) із застосуванням інтеграційної платформи Temboo, що дало змогу забезпечити захищений доступ до даних на основі двохфакторної аутентифікації.

5. Наведено принципи тестування базової функціональності системи керування температурними режимами, результати якого наведені у розділі 2 та 3 відповідно.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

У кваліфікаційній роботі магістра спроектовано комп'ютерну систему керування температурними режимами «розумного будинку». Під час розв'язання задач дослідження, особливо практичної реалізації системи, враховано вимоги з охорони праці і техніки безпеки, пожежної та електробезпеки.

Виконання як теоретичної частини роботи, так і практичної, передбачає використання комп'ютерної техніки та обладнання з низькими напругами і силою струму. Зокрема, в якості блоку живлення плати Arduino Uno R3, використовувалась напруга живлення з USB порта комп'ютера, яка становить 5В. На платі використовуються можливі номінали напруги на рівні 5 В і 3,3 В, що не становить небезпеки для користувачів та розробника системи.

В якості регламентуючого документа з пожежної безпеки перед початком роботи над комп'ютерною системою керування температурними режимами «розумного будинку» використано вимоги «Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України», які є діючим на даний час і затверджені постановою Кабінету міністрів України від 26 червня 2013 р. № 444.

Для організації захисту від негативного впливу екранів дотримано вимог Закону України "Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями" та НПАОП 0.00-7.15-18, який затверджений наказом Міністерства соціальної політики України 14.02.2018 N207.

Робоче місце під час виконання кваліфікаційної роботи та проектування комп'ютерної системи облаштовано згідно наведених вимог та відповідає організаційним, ергономічним та вимогам з пожежної безпеки.

Електробезпеку робочого місця регламентують Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, які затверджені наказом

Держнаглядхоронпраці від 09.01.98 N 4, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10.02.98 за N 93/2533 (НПАОП 40.1-1.21-98) [23].

При виконанні кваліфікаційної роботи магістра використовується електромережа відповідає правилам [24]:

- живлення електромережі проєктовано, як окрему групову трьох провідну мережу з використанням фази, робочого «нуля» та захисного «нуля»;
- захисний «нуль» застосовано для реалізації заземлення електропристроїв;
- усі електричні та електронні пристрої мають захист від короткого замикання та непередбачуваних аварійних ситуацій;
- монтаж та експлуатація електромережі задовольняють вимогам щодо унеможливлення виникнення джерела загоряння через коротке замикання та перевантаження;
- усі лінії електроживлення виконанні не з легкозаймистого матеріалу або з негорючою ізоляцією;
- електричне устаткування підключено до мережі лише за допомогою справних штепсельних з'єднань і розеток заводського виготовлення;
- у розетках і штепселях передбачено контакти заземлення.

Вимоги електробезпеки при проєктуванні компонентів комп'ютерної системи управління температурними режимами «розумного будинку» дотримано двома шляхами: використання безпроводних технологій передачі даних і напруги живлення в діапазоні 3.3В і 5 В, що дозволяє зменшити можливість ураження струмом при виникненні контакту з мережею чи в аварійних ситуаціях.

Щодо пожежної безпеки будівлі, де виконувався проєкт і приміщення його потенційної експлуатації, то дотримано вимог державних будівельних норм "Пожежна безпека об'єктів будівництва", які затверджені наказом Держбуду України від 03.12.2002 N 88, а також правилами пожежної безпеки України, затвердженими наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19.10.2004 N 126.

У приміщеннях, де розташовуються робочі місця користувачів ПК потрібно забезпечити відповідність вимогам санітарних норм і правил наведених у ДСанПіН 3.3.2-007-98 [23].

Крім цього, на робочих місцях, обладнаних комп'ютерами і периферійною технікою забезпечено оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, руху повітря та відносної вологості, у відповідності до вимог нормативних документів.

Щодо освітлення, то приміщення де експлуатуються ПК, повинно бути обладнаним джерелами штучного освітлення та мати природне освітлення. Нормативний документ, який регламентує вимоги до рівнів природного і штучного освітлення – ДБН В.2.5-28-2018. Природне освітлення забезпечують прозорі вікна та інші світлові прорізи, що знаходяться на півночі або північному сході. У приміщеннях коефіцієнт природного освітлення повинен бути не нижче ніж 1,5%. Розрахунок коефіцієнта природного освітлення виконують згідно методики, яка наведена у ДБН В.2.5-28-2018.

Штучне освітлення у приміщеннях з ПК забезпечується за допомогою системи загального освітлення, переважно рівномірного. В якості штучного джерела світла застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ.

При використанні ПК для розробки проекту комп'ютерної системи управління температурними режимами «розумного будинку» було дотримано наступних вимог з техніки безпеки:

- не виконувався самостійний ремонт ПК і периферійних пристроїв;
- не вносились конструктивні чи інші зміни в апаратне забезпечення комп'ютера;
- використовувались тільки ті матеріали та предмети, які стосувались розробки комп'ютерної системи управління температурними режимами «розумного будинку».

Для забезпечення вимог щодо безпечної експлуатації інформаційних технологій та мереж дотримано вимог СТУ EN 60950-1:2015 «Обладнання інформаційних технологій. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги» (ДСТУ EN 60950-1:2015).

4.2. Оповіщення керівного складу органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій, населення про загрозу і виникнення НС природного, техногенного та воєнного характеру

При загрозі чи виникненні надзвичайних ситуацій природного, техногенного чи воєнного походження, згідно [25], правовою основою організації оповіщення населення є:

- Конституція України;
- Кодекс Цивільного захисту України;
- Постанови Кабінету Міністрів "Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту";
- "Положення про єдину державну систему цивільного захисту";
- накази центрального органу виконавчої влади з питань НС, відповідні розпорядження обласної державної адміністрації та інші акти [25].

Система централізованого оповіщення області представляє собою комплекс організаційно-технічних заходів, апаратури і технічних засобів оповіщення, засобів та каналів зв'язку, мереж проводового, радіо, телевізійного мовлення призначених для своєчасного доведення сигналів та інформації з питань цивільної оборони (цивільного захисту) до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій і населення [25]. Для зосередження уваги громадян перед передачею інформації вмикаються сирени, інші сигнальні засоби. Їх звук означає попереджувальний сигнал "УВАГА ВСІМ".

Взагалі система оповіщення складається із загальнодержавної, регіональних і спеціальних систем централізованого оповіщення; локальних та об'єктових систем оповіщення, систем циркулярного виклику [25]. Ці системи забезпечують оповіщення і подальше інформування:

- чергових служб міністерств та інших центральних органів виконавчої влади по службових телефонах;
- чергових служб місцевих органів виконавчої влади;
- чергових аварійно-рятувальних служб.

Для виконання основних завдань оповіщення, які визначені керівними документами, а саме: забезпечення своєчасного проходження інформації між органами управління щодо ступенів готовності; оповіщення керівного складу, населення про загрозу радіоактивного, хімічного і бактеріологічного ураження, про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і особливий період та постійне інформування його про наявну обстановку [25].

Система оповіщення працює за принципом відбору каналів з єдиної національної системи зв'язку. Апаратура оповіщення розташована на відповідних об'єктах органів управління, електрозв'язку, чергових відділах МВС, на радіо-теле-передавальних центрах та інших визначених підприємствах і установах [25].

Для оперативного доведення відповідної інформації до керівного складу по телефонам застосовуються стійки циркулярного виклику та апаратура автоматизованого багатоканального оповіщення [25].

Для передачі попереджувального сигналу "УВАГА ВСІМ" застосовуються електричні сирени централізованого і автономного включення, наявна кількість яких в основному забезпечує озвучення території де проживає населення області [25].

Інформація до населення доводиться через радіотрансляційні вузли, радіо-теле-передавальні центри по проводовому мовленню до якого підключено радіоточки і вуличні гучномовці, по визначеним радіо та телевізійним каналам.

На випадок виникнення надзвичайної ситуації безпосередньо на потенційно небезпечних підприємствах за їх рахунок створюються об'єктові системи оповіщення [25]. Локальні системи оповіщення створюються на потенційно небезпечних об'єктах, зона ураження від яких, у разі виникнення на них надзвичайної ситуації, досягає заселених територій або інших підприємств, установ, організацій. До їх складу входять абонентські радіоточки мережі радіомовлення та відомчих радіотрансляційних вузлів, вуличні гучномовці, пристрої запуску електросирен та самі електросирени, система централізованого виклику, магнітофони, магнітні стрічки із записаними текстами звернень [25].

Спеціальні системи оповіщення створюються і функціонують:

- на атомних електростанціях;

- на гідротехнічних спорудах Дніпровського та Дністровського каскадів та в зонах їх можливого катастрофічного затоплення;
- на магістральних продуктопроводах.

Такі системи передбачають взаємодію з відповідними територіальними та місцевими автоматизованими системами централізованого оповіщення.

На атомних електростанціях спеціальні системи оповіщення повинні забезпечувати:

- передачу сигналу “Увага всім”;
- передачу повідомлень на території атомної електростанції та її промислової зони;
- оповіщення міста - супутника атомної електростанції;
- оповіщення відповідних оперативно-чергових (чергових) служб місцевих органів виконавчої влади (органів місцевого самоврядування), територіальних органів ДСНС та Національної поліції.

Готовність систем оповіщення забезпечено шляхом:

- організованої цілодобової чергової відповідних служб;
- налагодження телефонного зв'язку чергових служб потенційно небезпечних підприємств, зона ураження яких може поширюватися на заселені території або території інших підприємств, установ, організацій з оперативно-черговою службою пункту управління облдержадміністрації, чергових служб органів МВС в містах та районах області;
- завчасної підготовки персоналу чергових служб до дій у надзвичайних ситуаціях;
- впровадження автоматизованих систем оповіщення з використанням сучасних технологій;
- якісного експлуатаційно-технічного обслуговування апаратури і технічних засобів оповіщення та системи зв'язку.

Забороняється відключати радіотрансляційні точки та абонентські лінії, через які здійснюється запуск електросирен від мереж радіомовлення, демонтувати вуличні гучномовці без погодження з відповідними органами управління з питань ЦЗН [25].

Оповіщення керівного складу органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій, населення про загрозу і виникнення НС природного, техногенного та воєнного характеру є важливим аспектом життєзабезпечення і досягається шляхом організації локальних, територіальних та загальнодержавних систем оповіщення. Такі системи функціонують з використанням радіоканалу передачі інформації про надзвичайні події, звукових сирен на території підприємства або міста, а також засобів телебачення чи інших систем зв'язку.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі магістра досліджено методи і засоби проектування системи керування температурними режимами «розумного будинку». Отримані наступні основні наукові і практичні результати.

1. Проаналізовано сферу застосування систем керування температурними режимами «розумного будинку» у результаті якого виявлено, що проектування та розробка такого класу систем є актуальною задачею і потребує додаткового дослідження в залежності від області використання та особливостей кліматичних умов.

2. Проведено аналіз сучасних підходів та існуючих рішень щодо побудови систем керування температурою та встановлено, що більшість їхніх архітектур є не уніфікованими та не формалізованими.

3. На основі аналізу впроваджених технічних рішень встановлено, що існуючі системи контролю температури складно або неможливо інтегрувати у загальний комплекс «розумного будинку», оскільки вони спроектовані на застарілій компонентній базі і не здатні забезпечувати передачу та обмін даними з хмарними сервісами.

4. Запропоновано та формалізовано архітектуру системи керування температурними режимами «розумного будинку» у термінах теорії множин, що дало змогу узагальнити структуру її компонентів і зв'язків між ними, а також спростити процедуру вибору апаратного і програмного забезпечення в порівнянні з відомими підходами.

5. Спроектовано схему компонентів і з'єднань між запропонованими пристроями, що дало змогу змодельовати та реалізувати архітектуру апаратного забезпечення системи керування температурними режимами розумного будинку.

6. Визначено функціональні вимоги до програмного забезпечення системи керування температурними режимами «розумного будинку» та представлено їх вигляді use case діаграми, що дало змогу в подальшому спроектувати архітектуру у відповідності до їх формального представлення.

7. На основі представлення архітектури програмного забезпечення за шарами Фаулера визначено програмні модулі, що стосуються забезпечення інтерфейсу користувача, логіки функціонування системи та зберігання даних.

8. Розроблено алгоритми функціонування системи керування температурою, що дало змогу реалізувати засобами мови C++ задані функціональні вимоги.

9. Запропоновано рішення щодо інтеграції системи керування температурними режимами з хмарним сервісом Google Platform (Google Sheets) із застосуванням інтеграційної платформи Temboo, що дало змогу забезпечити захищений доступ до даних на основі двохфакторної аутентифікації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Alam M., Shakil K., Khan S. Internet of Things (IoT): Concepts and Applications. Springer Nature. 2020. 526 p.
2. Fawzi B., Kwok Wu. Collaborative Internet of Things (C-IoT): for Future Smart Connected Life and Business. John Wiley & Sons. 2015. 304 p.
3. Shelgaonkar S.K. Creating a smart home environment with IOT driven home appliances. GRIN Verlag. 2016 p. 80 p.
4. ElNashar A., El-saidny M. Practical Guide to LTE-A, VoLTE and IoT: Paving the way towards 5G. John Wiley & Sons. 2018. 480 p.
5. Петін В. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. БХВ Петербург. Електроніка. 2016. 320 с.
6. IoT: від «розумних» лампочок до передових технологій виробництва / Новини / IT українською URL: <http://it-ua.info/news/2016/06/21/iot-vd-rozumnih-lampochok-do-peredovih-tehnology-virobnictva.html> (дата звернення 26.11.2020 р.).
7. Бесекерский В.А. Руководство по проектированию систем автоматического управления. Москва.: Высшая школа, 2007. 295с.
8. Кузин Л.Т. Расчет и проектирование дискретных систем управления.-М.: ГН ТИМЛ, 2012.- 648 с.
9. Дьяконов В., Круглов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. СПб.: Питер, 2002. 448 с.
10. Pfister C. Getting started with Internet of Things. Maker Media, Inc. 2011. 322 p.
11. Waher P. Learning Internet of Things. Packt Publishing. 2015. 286 p.
12. What is Azure Event Hubs and why use it | Microsoft Docs URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/event-hubs/event-hubs-what-is-event-hubs>. (дата звернення 19.10.2020 р).
13. Основные сведения о Stream Analytics | Microsoft Docs. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/stream-analytics/stream-analytics-introduction> (дата звернення 01.10.2020 р.).

14. Tendencies of Technologies and Platforms in Smart Cities: A State-of-the-Art Review. URL – <http://downloads.hindawi.com/journals/wcmc/2018/3086854.pdf>. (дата звернення 11.11.2020 р)

15. Политанский Р.Л. Система передачи данных с шифрованием хаотическими последовательностями. Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2014. № 2-3. С. 28–34.

16. Abdmeziem, M., Tandjaoui, D.: Tailoring mikey-ticket to e-health applications in the context of internet of things. In: International Conference on Advanced Networking, Distributed Systems and Applications (Short Papers). 2014. pp.72–77.

17. Подключаем устройства Intel для интернета вещей к Microsoft Azure IoT Suite. Блог компании Intel / Хабрахабр. URL: <https://habrahabr.ru/company/intel/blog/267815/> (дата звернення 01.11.2020 р.).

18. Bergmann, N.W., Robinson, P.: Server-based internet of things architecture. The 9th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (2012). pp. 192-205.

19. Atzori, L., Iera, A., Morabito, G., Nitti, M.: The social internet of things (sIoT) when social networks meet the internet of things: Concept, architecture and network characterization. Computer Networks, Volume 56, Issue 16. 2012. pp. 3594–3608.

20. Основные сведения о Stream Analytics | Microsoft Docs. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/stream-analytics/stream-analytics-introduction> (дата звернення 01.12.2020 р.).

21. Перри Ли. Архитектура интернета вещей. ДМК-Пресс, 2019. 456 с.

22. Пономаренко В. С., Мінухін С. В., Знахур С. В. Теорія та практика моделювання бізнес – процесів. Харків: ХНЕУ. 2013. 244 с.

23. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Київ. 2018.

24. Катренко Л.А., Катренко А.В. Охорона праці в галузі комп'ютерингу. Львів: Магнолія-2006. 2012. 544 с.

25. Бедрій Я. Основи охорони праці користувачів персональних комп'ютерів: навчальний посібник для студентів ВНЗ та інженерів-практиків. Навчальна книга-Богдан. 2014. 144 с.

Додаток А

Тексти наукових публікацій дипломної роботи магістра

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том II

IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів

25-26 листопада 2020 року



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2020**

*Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020.*

- | | | |
|-----|---|----|
| 37. | Т.В. Копина, Р.Б. Трембач
ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ЗА ПАРАМЕТРАМИ
ВІБРАЦІЇ | 56 |
| 38. | Д.О. Гривнак, Р.Б. Трембач
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ РЕДУКТОРІВ | 56 |
| 39. | А.С. Пензовський, Р.Б. Трембач
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПАРИ | 58 |
| 40. | Ю.З. Лещинин, М.В. Павлюк
ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ
ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» | 60 |
| 41. | О.В. Палка
ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ РОЗУМНОГО МІСТА | 62 |
| 42. | С.Л. Петрук, М.О. Хвостівський
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДУМОК ЛЮДИНИ ПРИ ВИМОВІ БУКВ ПОДУМКИ
ЗА СИГНАЛАМИ МОЗКУ ЛЮДИНИ | 63 |
| 43. | У.В. Поливана
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЇ
ПІД ЧАС СЕЙСМІЧНИХ ВПЛИВІВ | 65 |
| 44. | М.О. Слободян, М.О. Лівчук, С.К. Підченко
АЛГОРИТМ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ
ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСКРЕТНИХ ХАОТИЧНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ | 67 |
| 45. | А. М. Слободяник
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИРШЕННЯ ПРОБЛЕМ ІЗ
РЕАЛІЗАЦІЄЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ | 69 |
| 46. | П.Д. Стухляк, В.О. Наумов, Р.З. Золотий
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОСТІЙКОСТІ ТА УДАРНОЇ В'ЯЗКОСТІ
ЕПОКСИДНОЇ СМОЛИ ПРИ ТРИВАЛІЙ ВИТРИМЦІ | 71 |
| 47. | Є.В. Гнш, В.М. Палюх
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ | 72 |
| 48. | І.І. Гхір
ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТИХ ДАНИХ ПРИ РОЗРОБЦІ ОНЛАЙН-
СЕРВІСІВ В УКРАЇНІ | 73 |
| 49. | І.А. Чорняк
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ
БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ | 75 |

УДК 004.031.6

Ю.З. Лещишин, канд. техн. наук, М.В. Павлюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

Yu.Z. Leschyshyn PhD, M.V. Pavliuk

DESIGN OF THE TEMPERATURE CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM OF SMART HOUSE

Сучасні темпи розвитку інформаційних технологій, промислової індустрії, аграрного та військового комплексів, транспортних технологій характеризуються зростанням енергоспоживання, збільшенням використання природних копалин та надр, що призводить до суттєвого здорожчання комунальних послуг, як для підприємств, так і для власних домогосподарств. Такий стан речей вимагає та стимулює розвиток екологічних технологій у різних сферах людської діяльності.

Одним з прикладів та шляхів впровадження енергоощадного споживання теплової енергії, зокрема щодо споживання газу, як теплоносія у холодну пору року, є впровадження автоматизованих засобів контролю та управління температурними режимами у власних будинках, квартирах, промислових цехах, теплицях і т.п. Такі комп'ютерні системи дають змогу гнучко налаштовувати параметри температури та вологості у різних частинах приміщення, програмувати час активного використання теплоносія до певної встановленої межі, коректувати споживання носія в залежності від температури навколишнього середовища та ряду інших факторів.

Модель, яка використовується при проектуванні системи управління температурними режимами «розумного будинку» – це модель керування процесом увімкнення/вимкнення зовнішніх пристроїв охолодження чи обігріву. Пристрій може перебувати в одному із двох станів – увімкнення або вимкнення, без проміжного стану очікування. Контролер увімкнення-вимкнення перемикає вихід лише тоді, коли температура відмінна від заданого значення. Для регулювання опалення вихід включається, коли температура нижче заданого значення і вимикається вище заданого значення, і навпаки для регулювання охолодження.

Оскільки температура у приміщенні повинна бути вищою або нижчою заданого значення для зміни вихідного стану, температура процесу буде постійно змінюватися, знижуючись від заданого значення до вищого. У випадках, коли цей цикл відбувається швидко і часто, то для запобігання пошкодженню контактів і перемикачів, до операційного контролера додається диференціал включення-вимкнення або "гістерезис". На рис. 1 наведено схему системи контролю та управління температурними режимами.

Диференціал увімкнення-вимкнення запобігає виконанню швидких чи постійних перемикань. Контроль увімкнення-вимкнення зазвичай використовується там, де точний контроль не потрібен, наприклад, в системах, які не потребують частого вмикання і вимикання енергії, де системи настільки великі, що температури змінюються надзвичайно повільно.

Одним із особливих типів управління процесом увімкнення-вимкнення, що використовується для сигналізації, є контролер обмеження. Цей контролер використовує реле замикання, параметри якого можна скинути вручну, і вимкнути процес керування температурою при досягненні певного його значення.

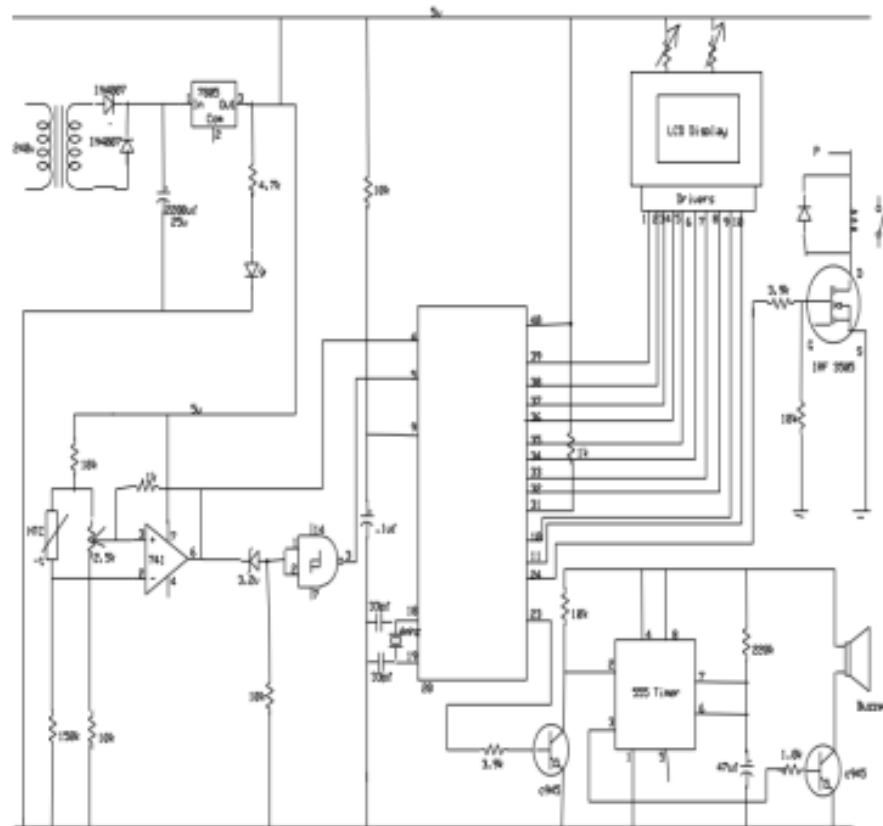


Рисунок 1. Загальна схема системи контролю та управління температурними режимами «розумного будинку»

Одним із особливих типів управління процесом увімкнення-вимкнення, що використовується для сигналізації, є контролер обмеження. Цей контролер використовує реле замикання, параметри якого можна скинути вручну, і вимкнути процес керування температурою при досягненні певного його значення.

У даному випадку, звуковий сигнал використовується як попереджувальний пристрій, який повідомляє, що існуюча температура в приміщенні піднялася чи опустилася вище або нижче заданого значення. Звуковий сигнал підключений до схеми "драйвер", що міститься у мікроконтролері 89C52, і до таймера 555, який імпульсно вмикає і вимикає звук.

Вихід з 24 виводу мікроконтролера запускає комутаційний ланцюг. Сигнал передається через MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor). MOSFET – польовий транзистор, який використовується для підсилення або комутації сигналів. Основний принцип цього виду транзисторів заснований на тому, що напруга на оксидоізолюваному електроді затвора може створювати канал між базою та емітером.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

МАТЕРІАЛИ

VIII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



9–10 грудня 2020 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2020**

І. Литвиненко, Ю. Кондришин, В. Мандзій, І. Телішко ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ШКОЛОЮ: ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ШКІЛЬНОЇ ПРАКТИКИ I. Lytvunenko, Yu. Kondryshyn, V. Mandzii, I. Telishko SCHOOL MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM: AN EFFECTIVE TOOL FOR IMPROVING SCHOOL PRACTICE	109
С. Лупенко, А. Горкуненко, І. Катеринюк, Д. Ландяк ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДЛЯ КИТАЙСЬКОЇ ОБРАЗНОЇ МЕДИЦИНИ S. Lupenko, A. Horkunenko, I. Kateryniuk, D. Landiak EXPERT SYSTEM FOR CHINESE IMAGE MEDICINE	110
П. Ониськів, Я. Литвиненко ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОРТАТИВНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ КАРДІОМОНІТОРИНГУ P. Onyskiv, I. Lytvunenko COMPARATIVE ANALYSIS OF PORTABLE DEVICES FOR CARDIOMONITORING	111
М. Павлюк АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОЇ СКЛАДОВОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» M. Pavliuk SOFTWARE ARCHITECTURE OF MANAGEMENT TEMPERATURE SYSTEM IN SMART HOUSE	112
Т. Полобюк СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФЛУКТУАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ ЗАСОБАМИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ POWERGRAPH T. Polobyuk STATISTICAL ANALYSIS OF FLUCTUATIONS IN SIGNALS USING THE POWERGRAPH SOFTWARE	113
В. Семенчук ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОСТРІВНОЇ МОДЕЛІ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ V. Semenchuk PECULIARITIES OF USING THE ISLAND MODEL OF GENETIC ALGORITHMS	114
В. Яцишин, В. Степчук ТРЕНДИ ТА ЇХ РОЛЬ В АНАЛІЗІ МАРКЕТИНГОВИХ ДАНИХ V. Yatsyshyn, V. Stepchuk TRADING PLATFORM AS AN EFFICIENT TOOL OF MARKETING DATA ANALYSIS	115
А. Волоха, Л. Дмитроца РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ СЕРВЕРАМИ В ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМАХ A. Volokha, L. Dmytrotsa RESULTS OF MONITORING AND AUTOMATION OF SERVER CONTROL IN HIGHLY LOADED SYSTEMS	116
В. Шмагай АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ V. Shmahai ANALYSIS OF PROJECT MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS	118

УДК 004.031.6

М.В. Павлюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

**АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОЇ СКЛАДОВОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ТЕМПЕРАТУРНИМИ РЕЖИМАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»**

UDC 004.031.6

M.V. Pavliuk**SOFTWARE ARCHITECTURE OF MANAGEMENT TEMPERATURE
SYSTEM IN SMART HOUSE**

В загальному випадку, при проектуванні архітектури програмного забезпечення можна скористатися кількома підходами: об'єктно-орієнтований, функціональний, компонентний, потоків даних та ін. У випадку проектування системи управління температурними режимами пропонується скористатися представленням програмних компонентів у вигляді функцій, які розподілені за шарами Фаулера. На рис. 1 наведено архітектуру програмної складової системи керування температурою.

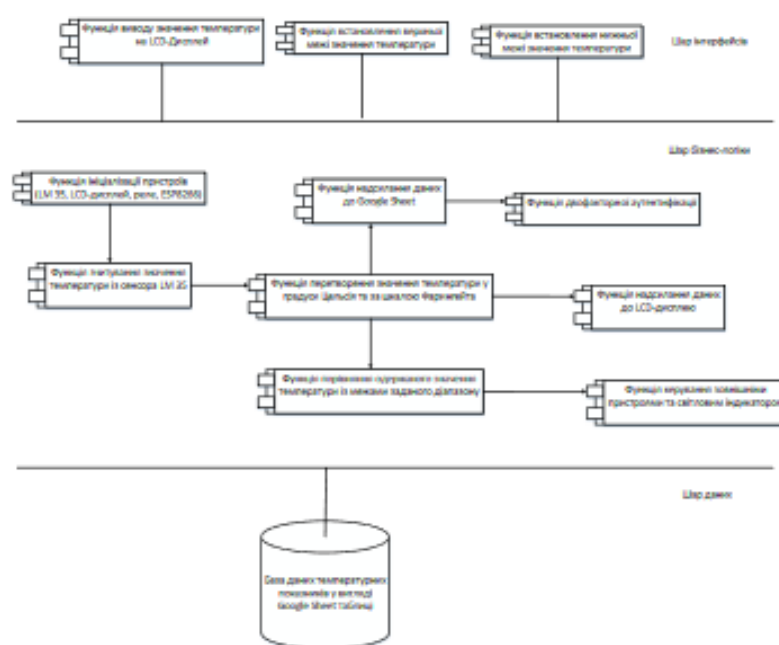


Рисунок 1. Архітектура програмного забезпечення системи управління температурними режимами «розумного будинку»

Для зберігання та накопичення даних про температурні показники приміщення, а також моменти часу і поточні значення температури повітря навколишнього середовища при включенні та виключенні ефекторів використовується функція надсилання даних у Google Sheet. Виклик даної функції породжує звернення до функції двохфакторної авторизації, що дає змогу забезпечити високу надійність та захищеність при надсиланні даних в cloud.

Додаток Б

Текст програми

```

#include <LiquidCrystal.h> // Підключення бібліотеки для
роботи з LCD дисплеєм
#define tempSensor 0 // Встановлення A0 як "сенсора"
int Vin; // Змінна для зчитування даних з A0
float TC; // Змінна для зберігання перетвореного
значення напруги у °C
float TF; // Змінна для зберігання перетвореного
значення з °C у °F
/* Функція, що визначає, які будуть задіяні контакти для
управління LCD дисплеєм */
LiquidCrystal lcd( 8, 9, 10, 11, 12, 13);
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); Ініціалізація LCD дисплею 16x2
  lcd.print("*Temperature*"); // Відправлення тексту на
LCD дисплей.
  pinMode(7, OUTPUT);
}
void loop()
{
  Vin = analogRead (tempSensor); /* Читання піна A0 і
запис значення у змінну "Vin" */
  TC=(500.0*Vin)/1023.0; /* Перетворення значення напруги
у температуру і запис її у змінну "TC" */
  TF = ((9.0*TC)/5.0)+32.0; // Перетворення °C to °F
  lcd.setCursor(0, 1); // Переміщення курсора до
наступного рядка дисплею
  lcd.print(TC); // Відображення значення на дисплеї
  lcd.print((char)223); //символ градуса
  lcd.print("C "); // Відображення "F" для представлення
температури у Фарингейтах.
  lcd.print (TF);
  lcd.print((char)223); // символ градуса
  lcd.print("F "); // Вивід "C" для відоддображення шкали
за Цельсієм.
  if(TC < 32.00){
  digitalWrite(7,LOW);
  }else{
  digitalWrite(7,HIGH);
  }
  delay(1000); // Затримка на читання A0
}

```

```

#include <Bridge.h>
#include <Temboo.h>
#include "TembooAccount.h"
const String GOOGLE_USERNAME = "your-google-username";
const String GOOGLE_PASSWORD = "your-google-password";
const String SPREADSHEET_TITLE = "your-spreadsheet-
title";
int numRuns = 1;
int maxRuns = 100
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  delay(4000);
  while(!Serial);
  Serial.print("Initializing the bridge... ");
  Bridge.begin();
  Serial.println("Done!\n");
}
void loop()
{

  if (numRuns <= maxRuns) {

    Serial.println("Running AppendRow - Run #" +
String(numRuns++));

    unsigned long now = millis();

    Serial.println("Getting sensor value...");

    unsigned long sensorValue = getSensorValue();

    Serial.println("Appending          value          to
spreadsheet...");

    TembooChoreo AppendRowChoreo;

    AppendRowChoreo.begin();

    AppendRowChoreo.setAccountName(TEMBOO_ACCOUNT);

AppendRowChoreo.setAppKeyName(TEMBOO_APP_KEY_NAME);
    AppendRowChoreo.setAppKey(TEMBOO_APP_KEY);

AppendRowChoreo.setChoreo("/Library/Google/Spreadsheets/App
endRow");

```

```

        AppendRowChoreo.addInput("Username",
GOOGLE_USERNAME);

        AppendRowChoreo.addInput("Password",
GOOGLE_PASSWORD);

        AppendRowChoreo.addInput("SpreadsheetTitle",
SPREADSHEET_TITLE);

        String rowData(now);
        rowData += ",";
        rowData += sensorValue;

        AppendRowChoreo.addInput("RowData", rowData);

        unsigned int returnCode = AppendRowChoreo.run();

        if (returnCode == 0) {
            Serial.println("Success! Appended " + rowData);
            Serial.println("");
        } else {
            while (AppendRowChoreo.available()) {
                char c = AppendRowChoreo.read();
                Serial.print(c);
            }
        }

        AppendRowChoreo.close();
    }

    Serial.println("Waiting...");
    delay(5000); // wait 5 seconds between AppendRow calls
}
unsigned long getSensorValue() {
    return analogRead(A0);
}

```