

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформаційних систем та технологій

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Інтегровані інформаційні системи»
спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»
на тему: «Автоматизована система управління середовищем
вирощування рослин»

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи ІА-91

Лазаренко Артем Валерійович _____

Керівник:

Асистент Шинкевич М.К. _____

Рецензент:

доцент каф. ОТ, к.т.н. Верба Олександр Андрійович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент(-ка) _____

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформаційних систем та технологій

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»

Освітньо-професійна програма «Інтегровані інформаційні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Лазаренку Артему Валерійовичу

1. Тема проєкту «Автоматизована система управління середовищем вирощування рослин», керівник проєкту асистент Шинкевич М.К., затверджені наказом по університету № 2101-с від «31» травня 2023 р.
2. Термін подання студентом проєкту: «12» червня 2023 р.
3. Вихідні дані до проєкту: наукова та технічна документація про реалізацію автоматизованої теплиці.
4. Зміст пояснювальної записки: опис предметної області і напрямів дослідження, аналіз та характеристика об'єкту досліджень, аналіз існуючих рішень, опис архітектури системи, розробка системи, випробування системи.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): функціональна схема влаштування теплиці, схема взаємодії користувача з системою, схема взаємодії користувача з системою, функціональна схема влаштування теплиці.
6. Дата видачі завдання 27.02.2023

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Вибір теми дипломного проєкту	10.04.2023	
2	Аналіз наявних рішень та проблем	17.04.2023	
3	Аналіз предметного середовища	24.04.2023	
4	Сформован перелік завдань	01.05.2023	
5	Розібрані компоненти системи	08.05.2023	
6	Визначена область використання	15.05.2023	
7	Опис функціональної схеми	22.05.2023	
8	Оформлення дипломного проєкту	24.05.2023	
9	Попередній захист	29.05.2023	

Студент

Артем ЛАЗАРЕНКО

Керівник

Микола ШИНКЕВИЧ

АНОТАЦІЯ

Лазаренко А.В. Автоматизована система управління середовищем вирощування рослин, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2023.

Проект містить 64 а. тексту, 23 рисунків, посилання на 4 літературних джерел, додатки та 4 конструкторських документів.

Ключові слова: автоматизована теплиця, гідропоніка, С#, фермерство.

Об'єктом розробки є автоматизована система управління середовищем вирощування рослин.

Мета роботи: створення автоматизованої теплиці, здатної забезпечувати необхідні кліматичні умови для рослин, методом краплинного поливу.

Дипломний проект присвячений розробці автоматизованої системи керування теплицею на мові С для мікроконтролера та мові С# для додатку налаштування. Було розібрано основні моменти потреб рослин у теплицях та здійснення їх підтримки життя, система була змодельована та протестована.

В результаті була створена автоматизована система управління середовищем вирощування рослин, якій можна керувати та налаштовувати завдяки додатку.

SUMMARY

Lazarenko A.V. Automated plant growing environment management system, KPI them. Igor Sikorsky, Kyiv, 2023

The project contains 64 acres. text, 23 figures, references to 4 literary sources, appendices and 4 design documents.

Keywords: automated greenhouse, hydroponics, C#, farming.

The object of development is an automated system for managing the plant growing environment.

The purpose of the work: creation of an automated greenhouse capable of providing the necessary climatic conditions for plants by the method of drip irrigation.

The diploma project is devoted to the development of an automated greenhouse control system using the C language for the microcontroller and the C# language for the configuration application. The main points of the needs of plants in greenhouses and the implementation of their life support were analyzed, the system was modeled and tested.

The result is an automated plant growing environment management system that can be controlled and configured through an app.

Номер рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. аркушів	Номер екзем.	Приміт
1			Документація загальна			
2						
3			Знову розроблена			
4						
5	A4	IA91.160БАК.004 ПЗ	Пояснювальна записка	64		
6	A3	IA91.160БАК.004 Д1	Автоматизована система	1		
7			управління середовищем			
8			вирощування рослин.			
9			Функціональна схема			
10			влаштування теплиці.			
11	A3	IA91.160БАК.004 Д2	Автоматизована система	1		
12			управління середовищем			
13			вирощування рослин. Схема			
14			взаємоді користувача			
15			з системою.			
16	A3	IA91.160БАК.004 ДЗ	Автоматизована система	1		
17			управління середовищем			
18			вирощування рослин. Схема			
19			етапів роботи системи			
20			управління			
21	A3	IA91.160БАК.004 Э2	Автоматизована система	1		
22			управління середовищем			
23			вирощування рослин.			
24			Функціональна схема системи			
25						
26						
27						
28						
			І А91.160БАК.004 ТП			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Лазаренко А.В.			Літ.	Аркуш
Керівн.		Шинкевич М.К			Т	Аркушів
Затв.					КПІ ім. Ігоря Сікорського	

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Автоматизована система управління
середовищем вирощування рослин»**

Київ – 2023 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ОГЛЯД І ПОРІВНЯННЯ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ.....	7
Висновки розділу	10
2 ОГЛЯД АВТОМАТИЗОВАНИХ РІШЕНЬ	11
2.1 Визначення області керування	12
Висновки розділу	14
3 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПРИСТРОЮ.....	15
3.1 Опис схеми пристрою.....	15
3.2 Вибір електричних елементів	18
3.2.1 Датчик температури.....	18
3.2.2 Датчик температури та вологості.....	20
3.2.3 Датчик рН	21
3.2.4 Вимірювальний датчик для провідності розчину.....	24
3.2.5 Пристрій перекачування ПР та освітлення	28
3.2.6 Пристрій для комутації	32
3.2.6 Вибір мікроконтролера.....	35
Висновки розділу	39
4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	41
4.1 Опис системи	41
4.2 Розробка функціональної схеми.....	43
4.3 Розробка принципової схеми	44
4.4 Розробка алгоритму управління	45
Висновки розділу	52
5 ТЕСТОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ	53
Висновки розділу	59
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62
ДОДАТОК А.....	64

					ІА91.160БАК.004 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Автоматизована система управління середовищем вирощування рослин. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Лазаренко А.В.				Т		
Перевірів		Шинкевич М.К					2	64
						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Затв.								

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

NTC - негативний температурний коефіцієнт

PTC - позитивний температурний коефіцієнт

АЦП - аналого-цифровий перетворювач

EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

UART - універсальним асинхронним послідовним інтерфейсом

SPI - Последовательный периферийный интерфейс

I2C- Inter-Integrated Circuit

HID-пристрій - Human Interface Device

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Вирощування рослин у автоматизованих теплицях представляє собою інноваційний підхід, який революціонізує традиційне сільське господарство. Ця технологія забезпечує високий рівень переплетеності та розмаїтості в розміщенні речень, дозволяючи людям отримувати контент з більшим ступенем змінності та складності.

Автоматизовані теплиці створюють сприятливе середовище для росту рослин завдяки використанню передових технологій. Контрольовані параметри, такі як температура, вологість, освітлення і зрошення, підтримуються на оптимальному рівні, що забезпечує їх ефективний розвиток.

У порівнянні з традиційним вирощуванням рослин на відкритому повітрі, де вплив природних факторів може бути значним, автоматизовані теплиці надають більш незалежне середовище для росту рослин. Ці теплиці мають системи, які контролюють умови, забезпечуючи постійну температуру, відповідний рівень вологості та необхідне освітлення. Крім того, деякі процеси, такі як полив, внесення добрив та обробка рослин, можуть бути автоматизовані, що робить вирощування ефективнішим і продуктивнішим.

Однією з головних переваг автоматизованих теплиць є підвищена врожайність та якість продукції. Завдяки контрольованим умовам, рослини мають оптимальний доступ до харчових речовин, вологості та освітлення, що сприяє рівномірному росту. Точний полив та внесення добрив допомагають запобігти недостатньому або надмірному зрошенню, знижуючи ризик захворювань та паразитів.

Крім того, використання автоматизованих теплиць сприяє збереженню водних ресурсів та має менший вплив на довкілля. Точний контроль поливу та використання добрив дозволяє ефективніше використовувати воду, уникати втрат і зайвого споживання. Система гідропоніки, що базується на використанні водних

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

розчинів добрив для живлення рослин, дозволяє вирощувати рослини навіть у регіонах з обмеженим доступом до родючого ґрунту.

У підсумку, автоматизовані теплиці відкривають нові можливості для вирощування рослин, забезпечуючи оптимальні умови для їх росту, підвищену врожайність та якість продукції, збереження водних ресурсів та зниження негативного впливу на довкілля. Ця автоматизована технологія вирощування рослин є кроком у майбутнє, де сільське господарство стає більш стійким, продуктивним та екологічно безпечним.

Тому, фермери, усвідомлюючи безсумнівні переваги теплиць, отримують розширені можливості та інноваційні методи вирощування рослин, серед яких варто виділити гідропоніку.

Гідропоніка - це метод вирощування рослин, в якому корені розміщуються у водному середовищі без використання ґрунту. Поживні речовини постачаються безпосередньо до кореневої системи через розчин добрив.

Основні плюси гідропоніки:

- ефективне використання ресурсів (вода, добрива);
- контрольоване середовище для оптимізації умов росту;
- висока врожайність та швидкий ріст;
- можливість вирощування в будь-якому місці навіть без підходящого ґрунту;
- мінімальний ризик захворювань і шкідників;

Мета моєї роботи полягає у розробці автоматичної системи керування гідропонікою, яка максимізує ефективність та врожайність вирощуваних рослин. Ця інноваційна система використовує сенсори для збору даних, автоматизоване регулювання параметрів середовища, точне дозування поживних розчинів і контроль рівня води.

Отже, у сучасному світі автоматизовані гідропонічні теплиці є актуальним рішенням, оскільки вони дозволяють подолати проблему обмеженої земельної площі для сільськогосподарського виробництва. Вони забезпечують стале постачання продуктів харчування і пропонують екологічно сталий підхід до

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

вирощування рослин. Система керування буде використовувати передові технології для забезпечення оптимального рівня освітлення, температури, вологості і доступу до поживних розчинів для кожного виду рослин. Вона буде аналізувати дані з сенсорів і автоматично регулювати параметри середовища, щоб забезпечити найкращі умови для росту і розвитку кожного рослинного виду. Крім того, система буде моніторити рівень води і забезпечувати його оптимальне управління, щоб забезпечити ефективне використання ресурсів.

Розробка має на меті створити інноваційне рішення, яке забезпечить високу якість та врожайність у гідропонічному вирощуванні рослин. Автоматизована система керування гідропонікою вирішить проблеми, пов'язані з незрілістю управління параметрами середовища, недостатнім контролем ресурсів і нерівномірним ростом рослин.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД І ПОРІВНЯННЯ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

1.1 Основні поняття

Гідропоніка - це метод вирощування рослин, в якому використовується водний розчин поживних речовин замість ґрунту. У цьому методі коренева система рослини може бути занурена у розчин або укріплена у спеціальному субстраті, який допомагає утримувати рослину та забезпечує доступ до поживних речовин.

Субстрат - це матеріал, що використовується для висаджування рослин в гідропонічній системі. Він служить для утримання кореневої системи рослин та забезпечує підтримку. Популярними субстратами в гідропоніці є кокосова койра, перліт, вермикуліт, різні види волокон та інші матеріали, які є легкими, пористими та мають високу водопроникність.

Поживний розчин - це спеціально підготовлений розчин, який містить необхідні поживні речовини для рослинного росту і розвитку. Він містить різні макро- та мікроелементи, такі як азот, фосфор, калій, кальцій, магній, залізо та багато інших, які рослина потребує для свого життєдіяльності. Поживний розчин може бути приготовлений шляхом розчинення спеціальних добрив у воді в потрібних пропорціях.

Поживний розчин і субстрат разом створюють оптимальне середовище для росту та розвитку рослин у гідропонічних системах. Вони забезпечують рослинам необхідні речовини, воду, кисень та підтримують стабільність параметрів середовища, що сприяє здоровому росту, високій врожайності та якісній продукції.

1.2 Огляд та порівняння існуючих рішень

Існує декілька основних типів гідропонічних систем, які застосовуються для безґрунтового вирощування рослин. Ось кілька з них:

Система крапельного зрошення (Drip System):

У цій системі розчин поживних речовин поступово краплями подається безпосередньо до коренів рослин. Це може бути здійснено за допомогою

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальних крапельниць або мікророзпилювачів, які контролюють точний потік розчину для кожної рослини.

Переваги:

- Збереження води.
- Легке регулювання потоку розчину.
- Точне подання поживних речовин.

Недоліки:

- Вимагає системи трубопроводів та крапельниць.
- Існує ризик засмічення крапельниць.

Система плавучих рослин (Floating System):

У цій системі корені рослин занурюються у воду або розчин поживних речовин, що міститься у контейнері. Рослини розміщуються на плавучих матеріалах, таких як пінополістирол, який дозволяє рослинам отримувати необхідні речовини та плавати у воді.

Переваги:

- Легка в установці та зберіганні.
- Підходить для вирощування легких рослин.
- Забезпечує воду та поживні речовини для рослин.

Недоліки:

- Обмежений доступ коренів до кисню.
- Менш підходить для великих рослин.

Система флуду та дренажу (Ebb and Flow System):

У цій системі рослини розміщуються на підкладці або стелажі, які періодично затоплюються розчином поживних речовин. Після певного часу розчин стікає назад у резервуар, забезпечуючи процес дренажу. Цикл затоплення та дренажу відбувається регулярно згідно з налаштованим графіком або таймером. Під час затоплення рослини отримують доступ до достатньої кількості вологи та поживних речовин, які розчинені у воді. Це сприяє здоровому зростанню та розвитку рослин. Після певного часу, коли цикл затоплення закінчується, розчин дренажується назад у

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

резервуар. Цей процес дозволяє корінню рослин відтокати зайву вологу та залишки поживних речовин, що дозволяє рослинам "дихати". Дренажний процес також допомагає запобігти переводному кореневому гниллю та іншим проблемам, пов'язаним з перевищенням вологості. Переваги:

- Легко встановлюється та керується.
- Підходить для різних типів рослин.
- Забезпечує достатню вологість коренів та доступ до поживних речовин.

Недоліки:

- Вимагає більше води.
- Обмежений контроль рівня вологості.

Система туманівки (Aeroponic System):

У цій системі корені рослин знаходяться у повітряному просторі, а поживні речовини подаються до них у вигляді туману. Розпилювачі створюють дрібні крапельки розчину, які забезпечують корені рослин необхідними елементами харчування.

Переваги:

- Забезпечує максимальний доступ коренів до кисню, що сприяє швидкому росту рослин.
- Ефективно використовує воду і поживні речовини.
- Зменшує ризик захворювань і шкідників, оскільки корені не контактують з розчином.

Недоліки:

- Вимагає складнішого обладнання та контролю параметрів.
- Вразлива до відключення електроенергії.

Висновки розділу

Ці різні типи гідропонічних систем можуть бути використані окремо або комбіновано для досягнення оптимальних результатів у безґрунтовому вирощуванні рослин. Комбінація різних типів гідропонічних систем може бути використана для створення комплексної системи, яка оптимізує вирощування різних видів культур у різних умовах. Система флуду та дренажу, завдяки своїй гнучкості, дозволяє садівникам застосовувати індивідуальний підхід до вирощування рослин у гідропоніці. Кожна рослина може бути розташована на окремій підкладці, що надає можливість налаштувати оптимальні умови для кожного виду чи сорту рослини. Наприклад, плівкова система може бути використана для розсади, а крапельний зрошення - для вирощування дорослих рослин. Таке комбіноване використання допомагає максимізувати ефективність і врожайність гідропонічного вирощування. Це дозволяє забезпечити індивідуальний підхід до вирощування рослин і досягти оптимальних результатів у безґрунтовому землеробстві.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОГЛЯД АВТОМАТИЗОВАНИХ РІШЕНЬ

Автоматизовані рішення систем гідропоніки охоплює використання різноманітних технологій та пристроїв для контролю та регулювання параметрів середовища, поживних розчинів та поливу рослин. Основна мета автоматизації полягає у створенні оптимальних умов для росту і розвитку рослин, зниженні ризику помилок та ефективному використанні ресурсів.

Ключові компоненти автоматизованої системи гідропоніки включають:

Системи контролю та регулювання: ці системи надають можливість моніторингу рівнів рН, електропровідності, температури, вологості, рівня розчину та інших параметрів. За допомогою датчиків та контролерів, можна автоматично коригувати параметри середовища для забезпечення оптимальних умов росту.

Системи поливу: використовуються автоматичні насоси, клапани та системи зрошення для точного і регулярного поливу рослин. Таймери або сенсори вологості можуть бути встановлені для активування поливу в потрібний момент.

Системи живлення: автоматичне подавання поживних розчинів забезпечує точне дозування необхідних елементів живлення для рослин. Для цього можуть використовуватись автоматичні дозатори або системи контролю ЕС (електропровідності).

Системи моніторингу: за допомогою сенсорів та датчиків можна контролювати параметри середовища та розвитку рослин, такі як фотосинтетично активне випромінювання (PAR) або маса рослин.

Системи керування освітленням: автоматизовані системи дозволяють регулювати тривалість і інтенсивність світла, що є важливим для рослин, особливо в замкнених просторах.

Системи збору даних та аналітика: дані з різних датчиків та контролерів можуть бути зібрані, збережені та проаналізовані для оптимізації режиму гідропонічної системи, прогнозування росту рослин та виявлення аномалій.

У контексті автоматизації рішень гідропоніки, розподілені системи та цілісні методи використовуються для досягнення ефективного та точного контролю параметрів поживного розчину.

У розподілених системах гідропоніки, автоматизація часто включає індивідуальний контроль параметрів розчину для кожної рослини. Кожен контейнер або канал може бути обладнаний датчиками, які моніторять рівень рН, електропровідність, температуру та інші параметри. Ці дані зчитуються контролером, який автоматично регулює поживний розчин, забезпечуючи оптимальні умови для кожної рослини.

У цілісних методах гідропоніки, автоматизація може включати моніторинг та контроль параметрів розчину в спільному контейнері або системі. Датчики розташовуються у стратегічних точках системи для зчитування даних про якість розчину. Контролер отримує ці дані та регулює поживний розчин, забезпечуючи оптимальні умови для всіх рослин у системі.

Автоматизація систем гідропоніки має переваги, такі як зменшення ручної праці, точне регулювання параметрів, стабільні умови росту та ефективне використання ресурсів. Однак, недоліками є висока вартість обладнання та необхідність у налагодженні та обслуговуванні системи.

2.1 Визначення області керування

Визначенням області керування в системі автоматизованої системи вирощування рослин я вибрав систему поливу за допомогою крапель гідропонічним шляхом. Така система обрана тому що вона найраціональніша. Ефективне використання води, точне дозування поживних речовин, мінімізація ризику захворювань, легка автоматизація(краплинний полив легко інтегрується з автоматизованими системами управління, що дозволяє зручно контролювати та регулювати параметри поливу, включаючи час, тривалість та інтервали поливу),

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптимальний ріст та розвиток рослин. Всі ці фактори роблять систему краплинного поливу привабливою та ефективною.

Використання одного мікроконтролера в автоматизованій системі краплинного поливу допомагає забезпечити ефективність, точність та автоматизацію поливу, що вимагає мінімального зусилля та ресурсів для підтримки оптимального зростання та розвитку рослин. Цей вибір має наступні переваги:

Централізоване керування. Мікроконтролер виконує роль єдиного пункту керування, спрощуючи процес налаштування та моніторингу системи.

Координація роботи. Мікроконтролер дозволяє забезпечити синхронізацію роботи різних компонентів системи, що дозволяє ефективно управляти розподілом води та поживних розчинів.

Гнучкість та програмованість. Мікроконтролер може бути програмований для різних режимів поливу, з урахуванням потреб рослин та інших факторів.

Моніторинг та контроль. Мікроконтролер дозволяє постійно відстежувати параметри середовища та автоматично коригувати їх при необхідності.

Енергоефективність. Мікроконтролери мають низьке енергоспоживання, що забезпечує ефективну роботу системи з використанням менших ресурсів енергії.

Автоматизована система краплинного поливу не має замкненого циклу циркуляції розчину поживних речовин, що є однією з особливостей інших методів гідропоніки, наприклад, системи "замкнутий кореневий цикл"(Closed-Loop Root System), де розчин поживних речовин періодично затоплює кореневу зону рослин, а потім відкачується або відводиться, створюючи цикл вологи для коренів, або системи "флуд і дренаж"(Flood and Drain), де розчин поживних речовин періодично затоплює кореневу зону рослин, а потім відкачується або відводиться, створюючи цикл вологи для коренів. У системі краплинного поливу, розчин ПР постачається безпосередньо до кореневої зони рослин через крапельниці, і не відбувається його повернення або повторне використання, що робить його дешевшим і надійнішим, тому що у вище перерахованих методах при зворотному процесі відкачування поживних речовин може забратися гниль і коріння, що призведе до засмічення

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

насосів і поломки, а на великому виробництві це тягне до витрат і втрати часу. Це дозволяє ефективно використовувати автоматику в методах гідропоніки, вдаючись до мінімуму втручання в систему.

Висновки розділу

Після проведення аналізу плюсів і мінусів кожної системи методу гідропоніки, а також розглянувши всі технічні аспекти, такі як вибір датчиків, використання мікроконтролера, збір даних про критичні ситуації та перевірка якості поживних розчинів, я прийшов до такого висновку, що система крапельного поливу є найефективнішою та стабільнішою в порівнянні з іншими дорожчими та більш громіздкими системами. Використання одного мікроконтролера та програми, розробленої на мові C#, спрощує керування всією системою і забезпечує її надійність та стабільність. Вибір відповідних датчиків дозволяє отримувати точні дані про середовище та створювати оптимальні умови для росту та розвитку рослин. Збір даних про критичні ситуації та перевірка якості поживних розчинів дозволяють своєчасно реагувати на проблеми і забезпечувати ефективне функціонування теплиці. Загалом, використання автоматизованих теплиць має низку вагомих переваг у вирощуванні рослин. Ці теплиці забезпечують прецизійний контроль над параметрами оточуючого середовища, що дозволяє досягти оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Такий точний контроль включає регулювання освітлення, температури, вологості, концентрації CO₂ та інших факторів, які впливають на ріст рослин. Автоматизована система керування теплицею дозволяє ефективно використовувати ресурси, такі як вода та енергія. Завдяки сенсорам та автоматичному регулюванню, система може точно дозувати воду, поживні розчини та інші ресурси, необхідні для рослин, забезпечуючи їх оптимальне живлення і зростання. Це дозволяє економити ресурси та зменшувати втрати, що є важливими аспектами сталого та ефективного вирощування рослин.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПРИСТРОЮ

3.1 Опис схеми пристрою

Схема основних етапів роботи системи керування зображена на кресленику ІА91.160БАК.004 Д1 і складається з 13 елементів, сама система належить до гідропонних систем крапельного типу:

- Корпус грядки.
- Фітолампи освітлення.
- Насос харчового розчину.
- Резервуар харчового розчину.
- Реле керування елементами системи.
- Датчик температури теплиці.
- Датчик вологості теплиці.
- Вентилятор системи вентиляції.
- Обігрівач.
- Датчик температури розчину.
- Датчик провідності розчину.
- Датчик Ph розчину.
- Мікроконтролер.

На схемі присутні 4 контури контролю тих елементів, що впливають на внутрішнє середовище теплиці, всі контури контролюються з мікроконтролера за допомогою електричних реле.

Контур вентиляції - керується мікроконтролером на основі інформації з датчика вологості теплиці, система вентиляції включається за необхідності для видалення надлишкової вологості.

Контур обігріву - керується мікроконтролером на основі інформації з датчика температури, система підтримує оптимальну температуру всередині теплиці.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Контур освітлення - керується мікроконтролером на основі даних, заданих користувачем, це дозволяє рослинам отримувати рівно стільки світла, скільки потрібно.

Контур подачі розчину - керується мікроконтролером на основі даних, заданих користувачем, це дозволяє налаштувати необхідний розклад та обсяг поливу, що також усуває помилки, пов'язані з людським фактором.

Використання вентиляції та штучного обігріву в гідропонних теплицях є важливим аспектом успішного вирощування рослин. Ось чому:

В гідропонних теплицях вентиляція відіграє роль забезпечення подачі свіжого повітря та відведення вуглекислого газу, який виділяється рослинами під час фотосинтезу. Вентиляція допомагає підтримувати оптимальні рівні кисню та вуглекислого газу, необхідних для зростання рослин. Вентиляційні отвори або вентиляційні системи повинні бути встановлені таким чином, щоб забезпечити циркуляцію повітря по всій теплиці.

Це допомагає запобігти накопиченню вологості, зменшити ймовірність розвитку захворювань, таких як пліснява і грибок, а також уникнути перегріву в спекотну погоду.

У регіонах з холодним кліматом або в холодну пору року штучне обігрівання може бути необхідним для підтримання оптимальної температури в гідропонній теплиці. Рівень тепла в теплиці повинен бути достатнім для забезпечення нормального росту і розвитку рослин.

Електричні обігрівальні системи, газові обігрівачі або системи теплої підлоги можуть використовуватися для збереження тепла в теплиці. Точні методи штучного обігріву залежать від конкретних умов та вимог культур, вирощуваних у гідропонній системі.

Використання вентиляції та штучного обігріву дозволяє контролювати оточуючі умови в гідропонній теплиці, створювати оптимальні умови для росту і розвитку рослин, а також мінімізувати ризик виникнення захворювань і пошкоджень. Це сприяє підвищенню врожайності та якості вирощуваних овочів.

Крім контурів управління внутрішнім середовищем теплиці, також є датчики контролю якості розчину. Якість харчового розчину в гідропоніці визначається кількома параметрами, які важливо контролювати та підтримувати на оптимальному рівні.

Датчик рівня рН харчового розчину вказує на його кислотність або лужність та впливає на доступність різних елементів живлення для рослин. В гідропоніці зазвичай використовується діапазон рН від 5,5 до 6,5, хоча конкретні значення можуть відрізнятися залежно від вимог конкретних рослин. Занадто низький або занадто високий рівень рН може призвести до дефіциту або перевищення певних поживних речовин.

Датчик електричної провідності вимірює рівень електричної провідності розчину, що є показником концентрації поживних речовин у воді. Висока провідність свідчить про високу концентрацію поживних розчинів, а низька провідність - про низьку концентрацію. За допомогою цього датчика можна контролювати і налаштовувати рівень дозування поживних розчинів для рослин. Значення електричної провідності(ЕП) вимірюється в мілісіменсах на сантиметр (мСм/см). Різні рослини можуть вимагати різних рівнів ЕП, але зазвичай для більшості овочевих культур в гідропоніці рекомендується діапазон ЕП від 1,0 до 2,5 мСм/см.

Датчик температури. Температура розчину впливає на здатність рослин засвоювати поживні речовини. При підвищенні температури швидкість хімічних реакцій у системі збільшується, включаючи процеси поглинання поживних елементів рослинами. Оптимальна температура від 18°C до 22°C допомагає рослинам ефективно засвоювати поживні речовини і підтримувати їх здоровий ріст.

Контроль і підтримка цих параметрів дозволяє забезпечити рослинам всі необхідні поживні речовини для здорового росту і розвитку. Дуже важливо регулярно перевіряти ці параметри за допомогою спеціальних інструментів, таких

як рН-метр і ЕС-метр, і вносити відповідні корекції для підтримання оптимальної якості поживного розчину в гідропонній системі.

3.2 Вибір електричних елементів

3.2.1 Датчик температури

Існує багато видів датчиків температури, які використовуються в теплицях, такі як:

Термістори: Термістори - це сенсори, чия опірність змінюється залежно від температури. Вони доступні в різних варіантах, таких як NTC і PTC Термістори досить точні і дешеві, їх легко використовувати з мікроконтролерами або спеціалізованими считуючими пристроями.

Цифрові температурні датчики: Існують різні цифрові датчики температури, такі як DS18B20, DHT11, DHT22 і BMP280, які можуть забезпечити високу точність і зручність використання. Зазвичай вони підключаються до мікроконтролера за допомогою цифрового інтерфейсу (наприклад, за допомогою шини OneWire або I2C) і можуть надавати дані про температуру у цифровому форматі.

Аналогові датчики температури: Деякі аналогові датчики температури, такі як LM35 або LM335, можуть бути використані для вимірювання температури. Вони надають вихідну напругу або сигнал, пропорційний поточній температурі. Аналогові датчики потребують аналого-цифрового перетворення для отримання даних.

Безконтактні інфрачервоні термометри: Безконтактні інфрачервоні термометри (інфрачервоні пірометри) можуть використовуватися для вимірювання температури поверхні рослин або об'єктів в гідропонній системі без фізичного контакту. Вони працюють на основі випромінювання інфрачервоного світла і можуть бути зручними для миттєвого вимірювання температури в різних точках.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки у нас система на основі цифрового мікроконтролера, ми будемо використовувати цифрові датчики. Для контролю температури поживного розчину доцільно вибрати датчик DS18B20 або DS18S20 у варіанті Stainless Steel. Обидва датчики належать до однієї сім'ї датчиків компанії Maxim Integrated, єдине відмінність у точності вимірювань, DS18B20 є більш точним, і так як різниця в ціні незначна, виберемо датчик DS18B20 Stainless steel.



Рисунок 3.1 - DS18B20 Stainless steel [1]

Датчик температури працює в діапазоні напруги живлення від 3,0 В до 5,5 В, що забезпечує його сумісність з різними джерелами живлення. Роздільна здатність датчика температури може бути регульована в межах від 9 до 12, що дозволяє вибрати оптимальну точність вимірювання в залежності від потреб.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

Датчик температури має широкий діапазон температур від $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, що дозволяє вимірювати температуру в різних умовах. Вихідні виводи датчика температури позначені як жовтий (DATA), червоний (VCC) і чорний (GND), що спрощує підключення та інтеграцію з іншими пристроями.

До комплекту датчика входять кабелі адаптера, включаючи кабелі DATA, VCC та BLK. Це забезпечує зручність при підключенні та використанні датчика.

Цей датчик температури сумісний з платформами Arduino і Raspberry Pi, що робить його універсальним і легким у використанні для різних проектів.

3.2.2 Датчик температури та вологості

Після вивчення наявних датчиків було прийнято рішення використовувати датчик SHT21. Цей датчик є високоточним цифровим датчиком температури та вологості повітря. Він є продуктом компанії Sensirion, відомої своїми інноваційними рішеннями у сфері вимірювання навколишнього середовища.

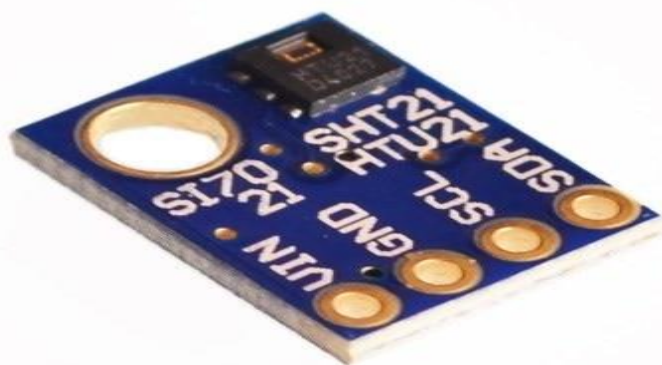


Рисунок 3.2 - SHT21 [2]

Основні технічні характеристики цього пристрою включають:

Діапазон вимірювання вологості становить від 0% до 100%. Це означає, що пристрій може точно виміряти вологості в повному спектрі значень.

Точність вимірювання вологості складає $\pm 2\%$. Це означає, що значення, які відображаються пристроєм, зазвичай відхиляються на не більше ніж 2% від реальної вологості.

Точність вимірювання температури становить $\pm 0.3\%$. Це гарантує, що пристрій може надавати досить точні вимірювання температури з мінімальною похибкою.

Інтерфейс включає підтримку I2C, ШІМ і SDM. Це дозволяє підключати пристрій до різних систем і контролерів з використанням різних інтерфейсів комунікації.

Напруга живлення може бути в діапазоні від 2.1 В до 3.6 В. Це означає, що пристрій може працювати з різними джерелами живлення з цими характеристиками.

Розміри пристрою становлять 3 x 3 x 1.1, що робить його компактним і зручним для встановлення та використання в різних просторових умовах.

Робоча температура пристрою може знаходитися в діапазоні від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, що означає, що він може функціонувати надійно в екстремальних температурних умовах.

Ці технічні характеристики роблять цей пристрій потужним і універсальним рішенням для вимірювання вологості та температури у різних застосуваннях.

3.2.3 Датчик pH

Для контролю рівня pH використовується датчик Atlas Scientific EZO pH Circuit. Це цифровий датчик pH, розроблений компанією Atlas Scientific. Він надає

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

високу точність та стабільність вимірювань рН. Датчик підключається до мікроконтролера за допомогою інтерфейсу I2C, що спрощує його інтеграцію в різні проекти.



Рисунок 3.3 - EZO™ pH Circuit [3]

Датчик складається з трьох частин: датчика (рисунок 1.4) та схеми з'єднання (рисунок 1.5).

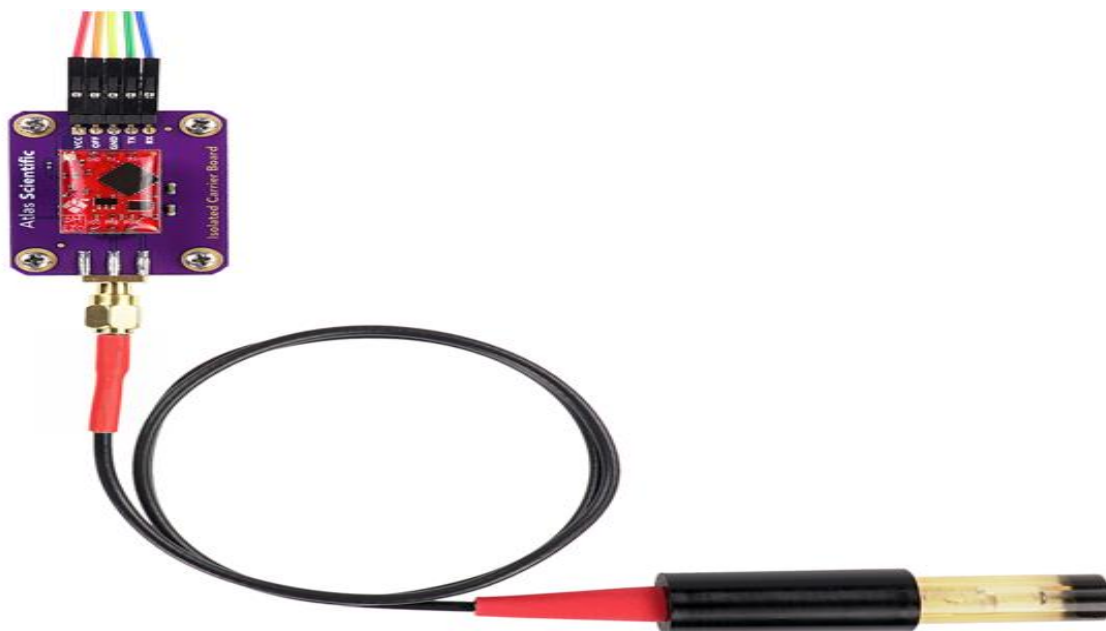


Рисунок 3.4 - Датчик у зборі [4]

Даний пристрій для вимірювання рівня рН має широкий діапазон вимірювання від .001 до 14.000 рН. Його роздільна здатність становить .001 рН, що дозволяє отримувати дуже точні вимірювання. З точки зору точності, він має +/- 0.002 рН, що забезпечує надійні результати. Час відгуку пристрою дорівнює 1 вимірюванню в секунду, що дозволяє швидко отримувати дані.

Цей пристрій підтримує зонди будь-якого типу та марки, що дозволяє користувачам вибрати найбільш підходящу опцію для їх потреб. Він також відповідає міжнародному стандарту ISO 10523 для визначення рівня рН, що гарантує його відповідність нормам та стандартам.

Пристрій працює з адресами I2C 99 (0x63) і може бути використаний з різними джерелами живлення, від 3,3 В до 5 В. Дані, які він генерує, мають формат ASCII, що спрощує їх обробку та аналіз.

У розмірах, пристрій має компактні розміри 13,97 мм x 20,16 мм (0,55 дюйма x 0,79 дюйма) і надзвичайно легкий вагою 1,76 грама, що робить його зручним для використання та перенесення.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.4 Вимірювальний датчик для провідності розчину

Датчик провідності включає в себе вимірювальний електрод та вимірювальну плату.

Вимірювальний електрод зазвичай має форму зонда або підвісу, який занурюється у розчин для вимірювання провідності. Електрод зроблений з провідного матеріалу, який може реагувати з розчином, наприклад, з металу, такого як платина або нержавіюча сталь, або з іон-селективних матеріалів.

Вимірювальна плата є електронною частиною датчика провідності. Вона отримує сигнал від вимірювального електрода і обробляє його, перетворюючи його на вимір провідності розчину. Вимірювальна плата може включати підсилювачі, АЦП та інші компоненти, необхідні для обробки сигналу і отримання точного значення провідності.

На ринку існує кілька ефективних датчиків провідності, які можуть бути використані в системах крапельного поливу.

Електропровіднісний датчик. Цей тип датчика вимірює електропровідність розчину і перетворює його в показник електропровідності або суму розчинених речовин. Вони широко використовуються в гідропоніці і краплинному поливі для контролю рівня концентрації поживних розчинів.

Датчик солідності розчину. Цей тип датчика вимірює концентрацію солей у розчині. Він може бути особливо корисним для контролю розчинів з високою солідністю, таких як морська вода або розчини з високою кількістю мінеральних добрив.

Іон-селективний датчик. Цей тип датчика специфічно вимірює концентрацію певних іонів у розчині, таких як натрій, калій, кальцій тощо. Він може бути корисним для точного контролю рівня поживних речовин, що постачаються рослинам.

Мультисенсорний датчик провідності. Цей тип датчика поєднує в собі кілька функцій, включаючи вимірювання електропровідності, температури, рН і рівня

кисню у розчині. Він надає комплексну інформацію про стан розчину і дозволяє вам точно налаштувати параметри поливу.

Отже, я обрав електропровідний датчик RS485 для своєї автоматизованої теплиці з кількох причин.

Точність вимірювання. Датчик провідності RS485 забезпечує високу точність вимірювання провідності розчину. Це дозволяє точно контролювати рівень поживних речовин у розчині поливу і забезпечувати оптимальне середовище для росту рослин.

Довга відстань передачі даних. RS485 забезпечує надійний зв'язок на відстань до кількох сотень метрів без втрати сигналу. Це особливо корисно, коли датчики розташовані віддалено від центрального контрольного пристрою теплиці. Завдяки RS485 можна зручно розташувати датчики провідності на різних ділянках теплиці без необхідності в додаткових підсилювачах сигналу.

Сумісність із системою автоматизації. RS485 є широко використовуваним стандартом для зв'язку з сенсорами та пристроями у системах автоматизації. Вибір датчика з RS485 інтерфейсом спрощує інтеграцію з існуючою системою автоматизації теплиці. Можна легко підключити датчики провідності до контролерів, збору даних або інших пристроїв за допомогою RS485 і забезпечити взаємодію з іншими компонентами системи.

Масштабованість. RS485 дозволяє підключати до 32 пристроїв до одного шини. Це означає, що можна використовувати кілька датчиків провідності RS485 для вимірювання провідності на різних ділянках теплиці і одночасно збирати дані в центральному контролері. Це забезпечує більш широкий охоплення системи поливу і дозволяє більш точно контролювати рівень поживних речовин у різних зонах. Але для використання цього датчика з Ардуїн мені знадобиться шлюз DFRobot RS485.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.5 - Датчик у зборі [5]

Items	Parameters
EC range	Options: 0-440 us/cm、0-4400 us/cm、0-44000 us/cm
EC precision	$\leq \pm 2\%$ F.S
TDS range	Options: 0-200PPM、0-2000PPM、0-20000PPM
TDS precision	$\leq \pm 2\%$ F.S
Power supply	DC 12V-24V
Output	0-5V / 0-10V / 4-20mA / RS485
load resistance	Voltage output: R load $\geq 5K \Omega$ Current output: R load $\leq (U_{vcc}-3)/0.02\Omega$
Consumption	<1W
Storage condition	10-50℃(-20-+80C peak) 20-60%RH
Working environment	0~100℃
dimension	65 X 46 X 28.5mm ³

Рисунок 3.6 - Характеристики RS485 [6]

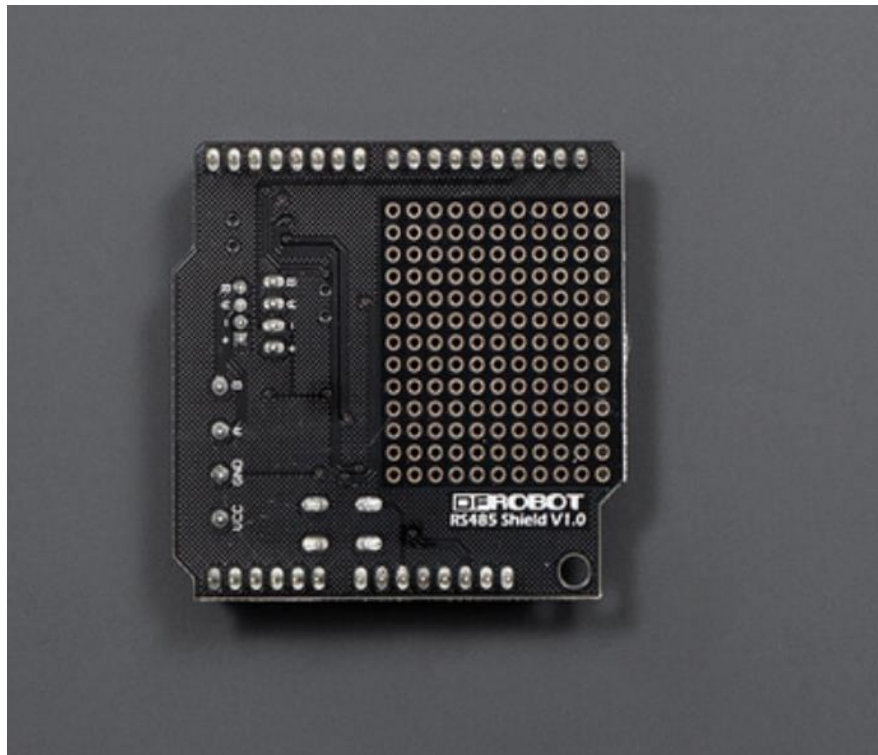


Рисунок 3.7 - RS485 Shield for Arduino [7]

Наведу технічні характеристики модуля:

— Модуль живиться від напруги +5В. Це означає, що для правильної роботи модуля необхідна постійна напруга живлення +5В.

— Розмір модуля становить 55 мм х 53 мм (2,16" х 2,08"). Цей модуль компактний і може бути легко встановлений у різних просторових умовах.

— Модуль має 16 цифрових портів введення-виводу, включаючи інтерфейс I2C. Ці порти дозволяють підключати і взаємодіяти з різними пристроями і компонентами.

— Також модуль має 6 аналогових портів введення-виведення та живлення. Ці порти дозволяють вимірювати аналогові сигнали або підключати аналогові пристрої.

— На модулі є перемикач режимів роботи та програмування. Цей перемикач дозволяє вибирати режими роботи модуля або програмування його функціоналу.

— Також є перемикач автоматичного та ручного режиму трансівера. У ручному режимі трансівера активним кінцем є 2-й цифровий порт введення-виведення. Це дозволяє контролювати передачу даних через трансівер вручну.

— На модулі є світлодіодний індикатор приймача. Цей індикатор вказує на стан приймача сигналів і може служити для візуального контролю.

3.2.5 Пристрій перекачування ПР та освітлення

У системі краплинного поливу використовуються різні типи насосів, залежно від вимог та умов поливу. Проте, найбільш підходящими для моєї системи є поверхневі насоси. Це широко поширений тип насосів, які розташовуються на землі або біля водного джерела. Вони забезпечують необхідний тиск для переміщення рідини через систему краплинного поливу.

Поверхневі насоси легко встановлюються на землі або поруч з водним джерелом, без необхідності в складних копаннях або прокладанні труб під землею. Зазвичай насоси розташовуються на достатній висоті, що спрощує обслуговування та можливість ремонту за необхідності.

Такі насоси зазвичай мають високий коефіцієнт корисної дії, що означає, що вони ефективно використовують енергію та забезпечують потрібний тиск для ефективного руху розчину в системі краплинного поливу.

Слід зауважити що, такі системи відкачування можуть мати різні типи приводу, такі як електричні, бензинові або дизельні. У моєму випадку я обрав насос моделі Ebara IDROGO 5. Ця модель має продуктивність до 4,8 кубічних метрів на годину і забезпечує необхідний тиск для ефективної роботи системи краплинного поливу.



Рисунок 3.8 - Насос Ebara IDROGO 5 [8]

Вибір системи освітлення залежить від конкретних потреб, бюджету, розмірів приміщення та інших факторів, але я можу виділити кілька варіантів освітлення та розглянути їх переваги та недоліки.

Світлодіодні (LED) системи освітлення.

Переваги:

- Висока енергоефективність. LED лампи споживають менше енергії, що дозволяє знизити витрати на електроенергію.
- Мова Налаштовуваний спектр світла. LED дозволяють налаштувати оптимальний спектр світла для різних стадій росту рослин, сприяючи кращому розвитку і врожайності.
- Довгий термін служби. LED лампи мають довгий термін служби, що зменшує необхідність у частій заміні.

— Компактність і мінімальне виділення тепла. LED системи займають мало місця та мають низьку температуру, що дозволяє розташовувати їх ближче до рослин.

Недоліки:

— Висока початкова вартість. LED системи можуть бути вартісно більш дорогими на початку, але з часом можуть виявитися вигідними завдяки енергозбереженню та тривалому терміну служби.

— Ртутні лампи (CFL та HPS).

Переваги:

— Відносно низька вартість. Ртутні лампи доступні на ринку за помірну ціну.

— Широкий спектр світла. Ці лампи мають широкий спектр, що підходить для різних фаз росту рослин.

— Добрі показники приросту рослин. Ртутні лампи показують хороші результати у забезпеченні ефективного росту та розвитку рослин.

Недоліки:

— Високе споживання енергії. Ртутні лампи споживають більше енергії, що може підвищувати витрати на електроенергію.

— Виділення більшої кількості тепла. Ці лампи можуть виділяти багато тепла, що може вимагати додаткового контролю температури в теплиці

Плазмові лампи.

Переваги:

— Широкий спектр світла. Ці лампи випромінюють широкий спектр світла, що допомагає рослинам у всіх фазах росту.

— Довгий термін служби. Плазмові лампи мають тривалий термін служби, що знижує необхідність у частій заміні.

Недоліки:

— Висока вартість. Плазмові лампи вартісно більш дорогі за інші розглянуті варіанти.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

— Невеликий вибір. Варіанти плазмових ламп на ринку можуть бути обмеженими.

Я вибрав світлодіодні лампи, тому що вони у довгостроковій перспективі показують найбільш вигідний ефект, ніж інші варіанти. Безперечним плюсом є і те, що їх не потрібно буде замінювати тривалий час, тим самим збільшуючи ефективність саме автоматизованої сторони системи, де буде мінімальне втручання людини в процес вирощування рослин.



Рисунок 3.9 - Roleadro 600W [9]

Тут представлені технічні характеристики світлодіодної лампи для вирощування:

- Стиль цієї світлодіодної лампи відповідає традиційному стилю.
- Вона випущена під торговою маркою Roleadro.
- Колір лампи - 600 Вт.

— Ця лампа має спеціальну функцію - повний спектр освітлення. Вона випромінює широкий спектр світла, що сприяє оптимальному росту і розвитку рослин.

— Лампа використовує світлодіоди (LED) як джерело світла. Світлодіоди відомі своєю ефективністю та довговічністю.

— Корпус лампи виготовлений з алюмінію, що забезпечує високу стійкість та добру теплопровідність.

— Лампа призначена спеціально для вирощування рослин.

— Матеріал плафона також є алюмінієвим.

— Лампа має контролер з типом дистанційного керування, що дозволяє зручно регулювати її параметри.

— Потужність лампи становить 600 Вт, що забезпечує достатнє освітлення для вирощування рослин.

— Розміри упаковки лампи становлять 14,33 x 11,61 x 4,65 дюймів.

— Вага лампи складає 5,7 фунтів.

— Лампа вироблена компанією Roleadro і має ідентифікатор ASIN B07P7MBNPD.

3.2.6 Пристрій для комутації

В поливі часто використовуються різноманітні реле для контролю та комутації системи поливу. Основна функція реле полягає у включенні або виключенні електричних пристроїв, таких як насоси, клапани, світлодіодні лампи і т.д., залежно від заданих умов або параметрів.

Я обрав датчикове реле для контролю насосів мого проекту. Такі реле реагують на сигнали від датчиків, таких як датчики вологості ґрунту, температурні датчики, датчики рівня води тощо. Вони можуть включати або виключати полив в залежності від вимог рослин або зовнішніх умов. Модель Hunter Pump Start Relay PSR-22.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.10 - Hunter Pump Start Relay PSR-22 [10]

Ця інформація стосується реле запуску насоса від виробника Hunter:

- Виробник цього реле запуску насоса - Hunter.
- Номер деталі цього продукту - PSR-22.
- Вага предмета становить 1 фунт.
- Розміри продукту складають 4 x 6 x 3 дюйми.
- Номер моделі цього реле запуску насоса - 44290.
- Виробництво цього продукту було припинено, але не вказано конкретний номер виробника.

— Це двополосне/одностороннє реле запуску насоса призначене для насосів зі змінним струмом 120 В з потужністю до 2 кінських сил або насосів зі змінним струмом 230 VAC з потужністю до 3,5 кінських сил.

Для решти функцій підійде однополярне реле. Однополярні реле (SPST) використовуються для керування електричними сигналами та перемикання між двома станами: відкрито (розімкнуто) та замкнуто. Вони можуть керувати потужними електричними навантаженнями та забезпечувати ізоляцію сигналу. Я вибрав для своїх задач Finder PCB Mount Power Relay



Рисунок 3.11 - Finder PCB Mount Power Relay [11]

Ось технічні характеристики продукту:

— Ізоляція котушки до контакту становить 6 кВ, що забезпечує безпеку в електричному колі.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

— Потужність котушки складає 1,2 Вт, що вказує на енергоефективність його роботи.

— Опір котушки становить 28 ком, що впливає на електричний струм, що проходить через неї.

— Крок контактів має розмір 5 мм, що вказує на відстань між сусідніми контактами.

— Довжина контактів становить 3,5 мм, що впливає на поведінку електричного з'єднання.

— Матеріал контактів не містить кадмію, що робить їх безпечними та екологічно чистими.

— Шлях витoku та зазор між контактами складає 8 мм, що впливає на ефективність контактування.

— Діапазон робочих температур становить від -40 °С до 85 °С, що означає, що цей продукт може працювати в широкому діапазоні умов.

— Тип клеми - з наскрізним отвором, що дозволяє легко підключати його до інших пристроїв або систем.

— Цей продукт виробляється компанією Hunter, що гарантує його якість та надійність.

3.2.6 Вибір мікроконтролера

Мікропроцесор в автотеплиці відіграє центральну роль у керуванні та контролі всією системою. Основним завданням мікропроцесора є автоматизація різних процесів, забезпечення точного контролю параметрів теплиці та оптимального функціонування системи поливу. Мікроконтролер - це компактний електронний пристрій, який складається з різних компонентів для виконання функцій обробки сигналів та керування.

Основні складові мікроконтролера включають центральний процесор (CPU), пам'ять, таймери та лічильники, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі, вхідно-вихідні порти і комунікаційні інтерфейси.

Центральний процесор є основним обчислювальним блоком мікроконтролера, він виконує операції над даними та керує роботою інших компонентів. Пам'ять використовується для зберігання програмного коду, даних та налаштувань. Таймери та лічильники забезпечують вимірювання часу та здійснення різних операцій таймінгу.

Аналого-цифрові перетворювачі дозволяють мікроконтролеру отримувати аналогові сигнали з датчиків і перетворювати їх на цифровий формат для подальшої обробки. Цифро-аналогові перетворювачі використовуються для генерації аналогових сигналів для керування зовнішніми пристроями.

Вхідно-вихідні порти дозволяють мікроконтролеру зв'язуватися зі зовнішніми пристроями, такими як датчики, актуатори та інші пристрої. Комунікаційні інтерфейси, такі як UART, SPI, I2C, CAN, Ethernet і USB, дозволяють мікроконтролеру спілкуватися з іншими пристроями або мережами.

Мікроконтролери мають різні особливості залежно від виробника та моделі. Вони можуть мати різну швидкість роботи, кількість вхідно-вихідних портів, розмір пам'яті та підтримувати різні функції. Вибір мікроконтролера залежить від конкретних вимог проекту та бюджету

Задачі, які виконує мікропроцесор у автотеплиці, включають:

— Керування поливом. Мікропроцесор забезпечує автоматичне керування системою поливу, включаючи ввімкнення та вимкнення насосів, контроль часу поливу, розподіл води між різними зонами поливу та регулювання інтенсивності поливу.

— Моніторинг та контроль параметрів. Мікропроцесор відповідає за збір даних з різних датчиків, таких як датчики вологості ґрунту, датчики температури, датчики освітлення тощо. Він аналізує ці дані і забезпечує відповідні регулювання,

наприклад, регулювання поливу в залежності від вологості ґрунту або контроль температури в теплиці.

— Керування системою освітлення. У вирощуванні рослин у гідропоніці часто використовуються штучне освітлення для забезпечення оптимальних умов росту. Мікропроцесор контролює роботу системи освітлення, включаючи розклад освітлення, інтенсивність світла та спектральний склад.

— Керування системою вентиляції. Для забезпечення правильної циркуляції повітря та регулювання температури у теплиці мікропроцесор відповідає за керування системою вентиляції. Він контролює роботу вентиляторів, відкривання та закривання вікон та вентиляційних отворів в залежності від змінних умов.

Для роботи було обрано мікроконтролер АТМega32U4 на базі схеми Arduino uno, АТМega32U4 заснований на 8-бітному процесорі AVR з модифікованою архітектурою Harvard. Він має вбудовану пам'ять програм flash ємністю 32 Кбайти. Частота роботи: Мікроконтролер працює на частоті до 16 МГц, що забезпечує достатню продуктивність.

Як видно на рисунку 1.12 АТМega32U4 має 2,5 Кбайти оперативної пам'яті, що дозволяє зберігати дані та змінні під час виконання програми. Мікроконтролер має різноманітні вбудовані периферійні пристрої, такі як 32-канальний 10-бітний аналого-цифровий перетворювач, 16-бітний таймер/лічильник з функцією порівняння, UART для роботи з послідовним інтерфейсом, SPI - синхронний протокол послідовної передачі даних, який використовується для зв'язку між мікроконтролером та одним або кількома периферійними пристроями. Використання SPI дозволяє передавати дані швидко та надійно між пристроями, використовуючи спільні лінії передачі даних. I2C - послідовна асиметрична шина, яка використовується для зв'язку між інтегральними схемами всередині електронних пристроїв. I2C широко використовується для підключення різних пристроїв, таких як сенсори, EEPROM, дисплеї, в системах, де потрібно передавати дані між пристроями. I2C використовує дві шини - шину даних для передачі фактичних даних і шину такту для синхронізації передачі даних між пристроями.

Ці два протоколи - SPI і I2C - є поширеними стандартами зв'язку в електроніці і забезпечують швидкий та надійний обмін даними між пристроями, що сприяє ефективній роботі електронних систем. Однією з головних особливостей ATmega32U4 є вбудований USB-контролер, який дозволяє йому працювати як HID-пристрій або віртуальний COM-порт.

Мікроконтролер має вбудовану функцію автоматичного енергозбереження, що дозволяє оптимізувати споживання енергії. Крім того, він оснащений вбудованою EEPROM, яка забезпечує зберігання постійних даних навіть при вимкненні живлення. Також, мікроконтролер включає в себе вбудований годинник, який може використовуватися для взаємодії з зовнішніми пристроями, наприклад, для точного вимірювання часу або створення прецизійних затримок. Ці функціональні можливості розширюють можливості мікроконтролера та сприяють впровадженню різноманітних застосувань, де потрібні збереження даних та точна робота з часом.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

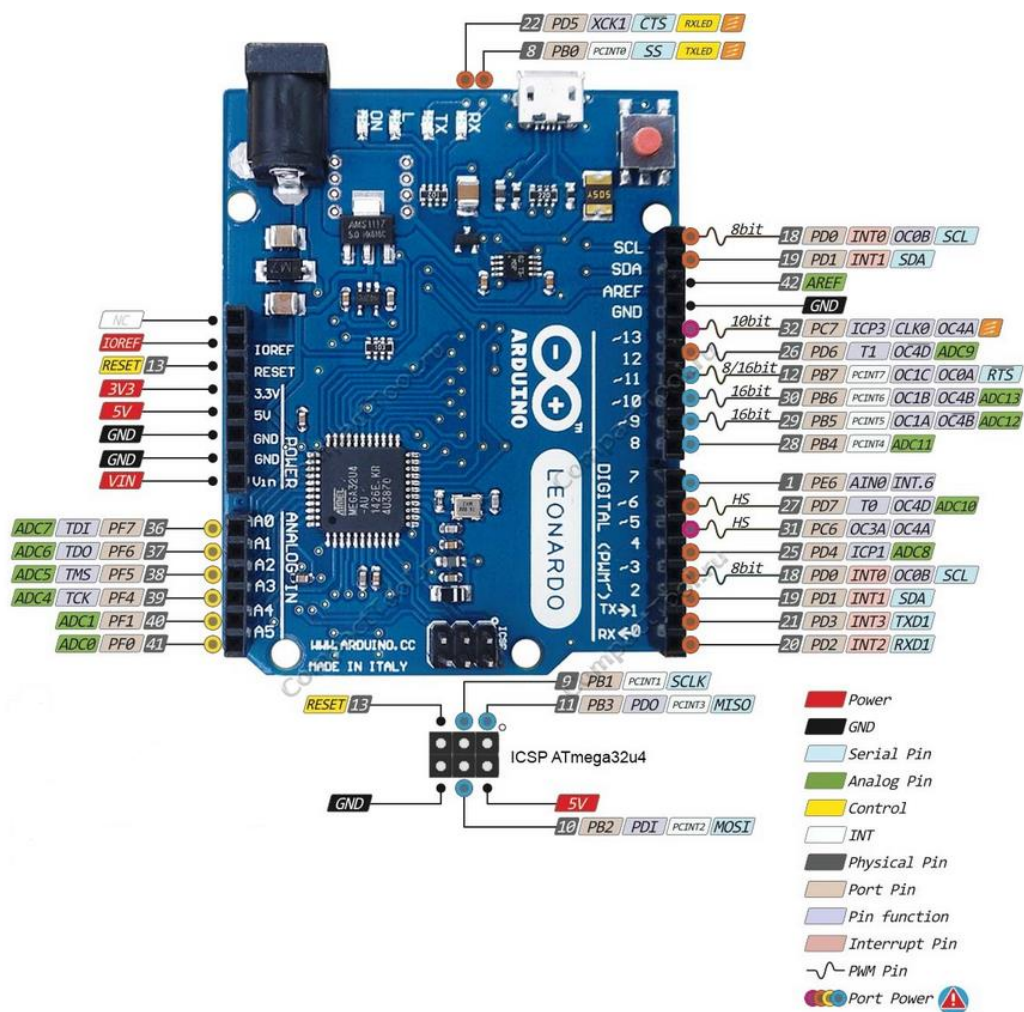


Рисунок 3.12 - Arduino [12]

Висновки розділу

У цьому розділі ми вибрали мінімально необхідне обладнання для теплиці, а саме:

- Водонепроникний датчик температури розчину DS18B20 Stainless steel.
- Датчик температура та вологості SHT21 .
- Датчик рівня pH EZO™ pH Circuit .
- Зонд Lab Grade pH Probe.
- Комутаційна схема Electrically Isolated EZO™ Carrier Board.
- Датчик провідності RS485.

- Шилд DFRobot RS485.
- Насос Ebara IDROGO 5.
- Фітолампи освітлення Roleadro 600W .
- Реле насоса Hunter Pump Start Relay PSR-22.
- Однополюсне реле Finder PCB Mount Power Relay.

При виборі обладнання значна увага була приділена надійності та якості. Описане обладнання відповідає цим вимогам, що робить його привабливим варіантом для використання. Виробник докладав особливої уваги до забезпечення надійності та якості своїх приладів, що робить їх перевагою у виборі. Вірогідність непередбачених ситуацій та поломок зменшується завдяки високій надійності обладнання. Крім того, якість впливає на продуктивність та ефективність роботи системи, забезпечуючи стабільну та точну роботу. Тому, обране обладнання відповідає вимогам надійності та якості, що є важливими факторами при виборі обладнання.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

4.1 Опис системи

Система управління автоматизованою теплицею є комплексною системою, що поєднує різні елементи та процеси всередині теплиці. Вона включає такі компоненти, як насоси, датчики, освітлення і систему вентиляції.

Основний елемент системи – мікроконтролер Arduino Uno, заснований на мікросхемі ATmega32U4. Цей мікроконтролер виконує функцію моніторингу даних, що одержуються з датчиків вологості та температури повітря у теплиці. Зібрані дані мікроконтролер передає користувачеві, дозволяючи відстежувати поточні показники. Крім того, за допомогою заданих користувачем параметрів мікроконтролер може використовувати контури управління для регулювання умов у теплиці на основі лічених сенсорів даних.

Мікроконтролер також зчитує інформацію з датчиків, що вимірюють параметри живильного розчину, такі як температура, електропровідність та рівень рН. Важливо, що мікроконтролер немає прямого впливу стан поживного розчину, лише надає користувачеві інформацію про його поточному стані.

Взаємодія між користувачем та системою здійснюється за допомогою десктопної програми, розробленої для операційної системи Windows. Мікроконтролер передає інформацію до цієї програми, а також приймає інструкції від користувача. Це забезпечує зручний та простий спосіб контролю та керування теплицею. Схема взаємодії користувача з системою представлена на кресленні ІА91.160БАК.004 Д2. Опис діаграми взаємодії користувача з системою управління мікротеплицею з використанням С# програми комп'ютера.

Цикл та інформація з датчиків. Користувач запускає діаграму, і програма отримує дані з датчиків, що вимірюють температуру, вологість тощо в мікротеплиці. Ці дані передаються програмі з мікроконтролера.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Час поливу та перемикавання насоса. Користувач вказує час поливу і програма встановлює цей час в системі управління мікротеплицею. Після настання встановленого часу, програма вмикає насос для поливу рослин.

Час освітлення та перемикавання освітлення. Користувач вказує час освітлення для мікротеплиці, і програма встановлює цей час в системі. Після настання встановленого часу, програма вмикає освітлення у мікротеплиці.

Нові дані користувача та відправка нових параметрів. Користувач може ввести нові дані, такі як бажану температуру чи рівень вологості. Програма отримує ці дані від користувача та передає їх системі управління мікротеплицею, яка виконає відповідні налаштування.

Отримання інформації та введення нових даних. Користувач може запитати інформацію про стан мікротеплиці, наприклад, поточну температуру чи стан освітлення. Програма отримує ці запити від користувача та передає їх системі управління мікротеплицею, яка повертає відповідну інформацію.

Об'єкти:

- Користувач. представляє користувача системи управління мікротеплицею.
- Декстопна програма. програма, яка працює на комп'ютері користувача і забезпечує взаємодію з системою управління мікротеплицею.
- Мікроконтролер. пристрій, який здійснює зв'язок між комп'ютерною програмою та фізичними компонентами мікротеплиці, включаючи датчики, насоси, освітлення та інше.

Ця діаграма взаємодії дозволяє проілюструвати послідовність дій користувача та системи управління мікротеплицею, а також взаємодію між компонентами системи.

Для моделювання та тестування працездатності системи ми скористаємося програмним середовищем Proteus. Це середовище дозволяє нам створити симуляцію схеми теплиці з необхідними датчиками, налаштувати програму для мікроконтролера та віртуально підключити його до десктопної програми в

операційній системі Windows через віртуальний COM порт. Такий підхід дозволить нам провести ретельне тестування системи перед її фізичною реалізацією.

4.2 Розробка функціональної схеми

Система управління теплицею включає кілька елементів, що вимагають управління за допомогою мікроконтролера. Такі як:

— Реле управління вентиляцією: Мікроконтролер використовує реле контролю роботи вентиляційної системи теплиці. Залежно від заданих параметрів, мікроконтролер може активувати або вимикати вентилятори для підтримки оптимальних умов повітрообміну всередині теплиці.

— Реле керування обігрівом: Щоб забезпечити підтримку оптимальної температури у теплиці, мікроконтролер використовує реле для контролю роботи системи обігріву. Це дозволяє активувати або вимикати обігрівальні елементи відповідно до встановлених параметрів.

— Реле керування насосом: Насос, який відповідає за циркуляцію живильного розчину, запускається по сигналу від мікроконтролера за допомогою реле Hunter Pump Start Relay PSR-22. Графік та час роботи насоса можуть бути налаштовані користувачем відповідно до вимог оптимального забезпечення рослин поживними речовинами.

Для освітлення теплиці використовується фітолампа Roleadro 600W, яка має вбудований драйвер з підтримкою керування протоколом PWM. Мікроконтролер підключається до фітолампи за допомогою реле Finder PCB Mount Power Relay, що дозволяє керувати розкладом роботи освітлення та регулювати рівень освітлення залежно від уподобань користувача.

Інформація про температуру та вологість повітря надходить з датчика SHT21, який може бути безпосередньо підключений до мікроконтролера. Датчик надає

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

актуальні дані про вологість та температуру повітря, які використовуються мікроконтролером для коректного функціонування керуючих елементів теплиці.

Вимірювання температури живильного розчину здійснюється за допомогою датчика DS18B20, який може бути безпосередньо підключений до пін мікроконтролера. Інформація про температуру живильного розчину виводиться користувачеві для контролю та підтримки оптимальних умов росту рослин. Рівень рН живильного розчину зчитується за допомогою датчика EZO™ pH Circuit, який складається з датчика, зонда та комутаційної схеми Electrically Isolated EZO™ Carrier Board. Оскільки датчик є аналоговим, він підключається до аналогового входу мікроконтролера, дозволяючи контролювати та підтримувати оптимальний рівень рН живильного розчину для здорового росту рослин.

4.3 Розробка принципової схеми

Центральний орган управління системою це мікроконтролер Arduino Uno на базі ATmega32U4.

Підключення датчика рН відбувається за допомогою аналогового виходу мікроконтролера під номером 0 сам датчик рН підключається через спеціальну вимірювальну плату, яка має виходи:

- VCC – вихід напруги, робоча напруга +5V.
- GND – вихід заземлення.
- A0 – Вихід інформації, що підключається до мікроконтролера.

Водонепроникна модифікація датчика DS18B20 має три виходи:

- VCC – напруги +5V.
- GND – заземлення.
- DQ – інформація, у разі підключена до 8 виходу контролера.

Відповідно до документації датчика для його роботи необхідно також з'єднати виходи VCC та DQ через опір 4,7 кОм.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Датчик SHT21 має чотири виходи:

- VCC – напруга +5V.
- GND – заземлення.
- SCL – лінія тактів, що використовується в протоколі I2C.
- SDA – лінія даних, що використовується в протоколі I2C.

Мікроконтролер має по одному виходу SCL і SDA, і підтримує протокол I2C, підключаємо ці виходи до аналогових виходів мікроконтролера 5 і 4 відповідно.

Пристроєм введення виведення є комп'ютер оснащений програмою на мові C#, що дозволяє користувачеві бачити інформацію з контролера і налаштовувати його, програма виводить на екран стану та показання датчиків, налаштовувати користувач може розклад пуку та зупинки насоса а також розклад роботи освітлення, зв'язок програми з комп'ютером відбувається через COM порт.

У схемі також присутні пристрої насоса, фітолампи та вентиляції, вони не мають цифрових інтерфейсів і являють собою пристрої принципу вкл/викл, перемикання стану відбувається подачею або відключенням їх від мережі живлення 220V до яких воно підключене через електромеханічні реле, для пуску насоса використовується реле Hunter Pump Start Relay PSR-22, для фітоламп і вентиляції використовується реле Finder PCB Mount Power Relay, у середовищі моделювання, що використовується, відсутні реле і необхідні пристосування управління, проте так як ці пристрої працюють за принципом вкл\выкл їх можна умовно зобразити у вигляді світлодіодів, а всі параметри встановлюватимуться вручну під час моделювання.

4.4 Розробка алгоритму управління

При першому запуску додаток опитує контролер через COM порт, якщо контролер відповів, то додаток розблокує органи управління і дозволить користувачеві вводити дані, для повноцінного запуску користувачеві необхідно

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ввести дані необхідні системі, такі як: час включення і довжина роботи насоса, час включення/вимкнення фітоламп, нижня критична межа температури повітря при перетині якої відбувається запуск обігріву приміщення, критична межа вологості при перетині якої відбувається запуск системи вентиляції.

Отримавши всі параметри контролер починає опитувати всі датчики з інтервалом в 1 секунду схема опитування представлена на малюнку 4.1, якщо датчик повертає код помилки то контролер сповіщає про це користувача, в такій ситуації перестає працювати лише той контур управління що зав'язаний на датчику, що вийшов з ладу.

Якщо будь-який параметр отриманий з датчика виходить за межі встановлені користувачем, то контролер сповіщає користувача про це і використовує наявні пристрої для виправлення ситуації.

Контур освітлення контролюється за розкладом заданим користувачем, якщо системний час потрапляє в заданий діапазон, то мікроконтролер запускає освітлення, якщо навпаки контролер вимикає світло.

Насос також управляється за розкладом, користувач задає час запуску та час зупинки насоса, після настання заданого часу мікроконтролер подає сигнал на реле насоса і запускає або зупиняє його, залежно від часу.

Інформація про поживні речовини надходить від датчика провідності RS485, для підключення датчика до контролера необхідний шлюз перетворення сигналів, як шлюз використовуємо шилд DFRobot RS485 який має 6 пінів і 2 термінали:

- VCC – живлення +5V.
- GND – земля.
- RO – підключаємо до піна D2.
- DI – підключаємо до піна D3.
- RE та DE – підключаємо до D4 піну.

До терміналів А та В підключаємо відповідні термінали датчика RS485. Повна схема роботи системи представлена на кресленні ІА91.160БАК.004 ДЗ.

Кресленик основних етапів роботи системи управління включає наступні основні елементи:

Взаємодія з користувачем. Користувач взаємодіє з системою через інтерфейс, де може вводити параметри, вказувати часові розклади, отримувати статус та іншу інформацію про мікротеплицю.

Збір даних. Система отримує дані від датчиків, які вимірюють різні параметри в мікротеплиці, такі як температура, вологість, освітленість тощо. Ці дані передаються до системи для подальшої обробки.

Аналіз даних. Система аналізує отримані дані для визначення потреб мікротеплиці. Наприклад, вона може порівнювати виміряну температуру з бажаною та вирішувати, коли включати або вимикати опалення або освітлення.

Керування пристроями. На основі аналізу даних та вказівок користувача, система керує пристроями в мікротеплиці, такими як насоси для поливу, системи освітлення, вентиляція тощо. Вона включає або вимикає ці пристрої відповідно до потреб рослин чи вказівок користувача.

Надання інформації. Система також може надавати інформацію користувачеві про стан мікротеплиці, включаючи температуру, вологість, стан пристроїв, статус поливу та освітлення. Це може бути відображено на інтерфейсі користувача або передано через спеціальні повідомлення чи звіти.

У результаті, система управління мікротеплицею забезпечує автоматизоване керування і моніторинг умов вирощування рослин, сприяючи їх оптимальному росту та забезпечуючи зручний і ефективний спосіб взаємодії з користувачем.

Електрона Функціональна схема системи представлена на кресленні ІА91.160БАК.004 Э2.

Функціональна схема системи підключення пристроїв включає в себе основні елементи та їх взаємодію. В цілому, робота системи може включати наступні етапи:

Підключення пристроїв. Система надає можливість підключення різних пристроїв, таких як датчики, насоси, освітлювальні системи тощо. Це може

відбуватися за допомогою фізичних з'єднань, наприклад, за допомогою проводів або бездротових технологій, таких як Wi-Fi або Bluetooth.

Контроль та комунікація. Система забезпечує контроль і комунікацію з підключеними пристроями. Вона може встановлювати з'єднання з кожним пристроєм і зчитувати або передавати дані з них.

Збір і обробка даних. Система здійснює збір даних від підключених пристроїв. Ці дані можуть бути вимірними параметрами, станом пристроїв або будь-якою іншою інформацією, яка необхідна для подальшого аналізу та керування.

Аналіз та керування. Система аналізує зібрані дані для визначення потреб системи та прийняття рішень щодо керування пристроями. Наприклад, на основі зчитаних значень датчиків може бути вирішено включити або вимкнути певні пристрої для підтримки оптимального середовища в мікротеплиці.

Взаємодія з користувачем. Система може надавати можливість взаємодії з користувачем через інтерфейс, де користувач може встановлювати параметри, вказувати режими роботи та отримувати інформацію про стан системи.

Ця функціональна схема системи підключення пристроїв відображає загальний принцип роботи системи та взаємодію між її основними компонентами. Вона показує, як система збирає, обробляє та аналізує дані, а також як вона керує підключеними пристроями для забезпечення оптимальних умов в мікротеплиці.

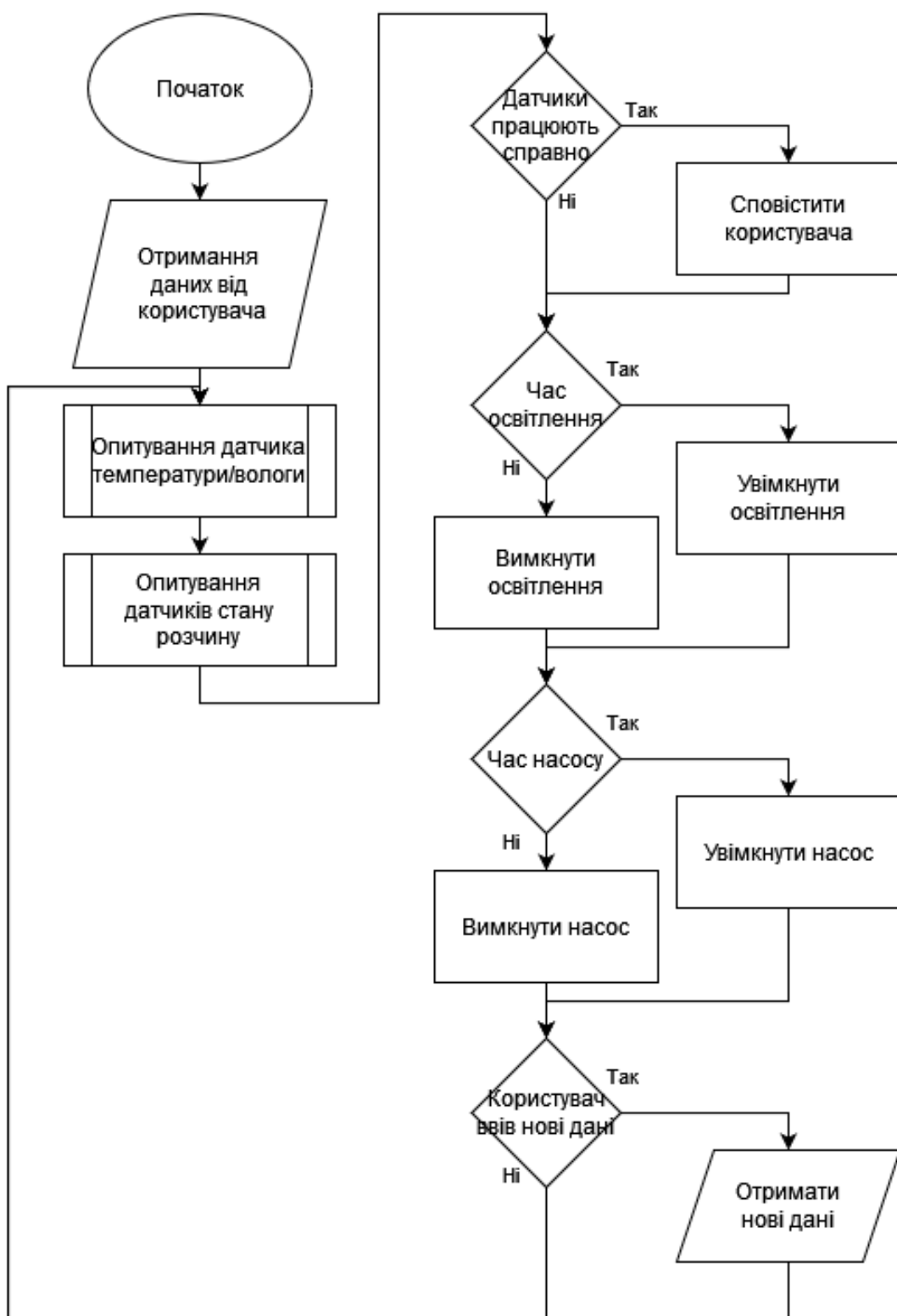


Рисунок 4.1 - робота системи.

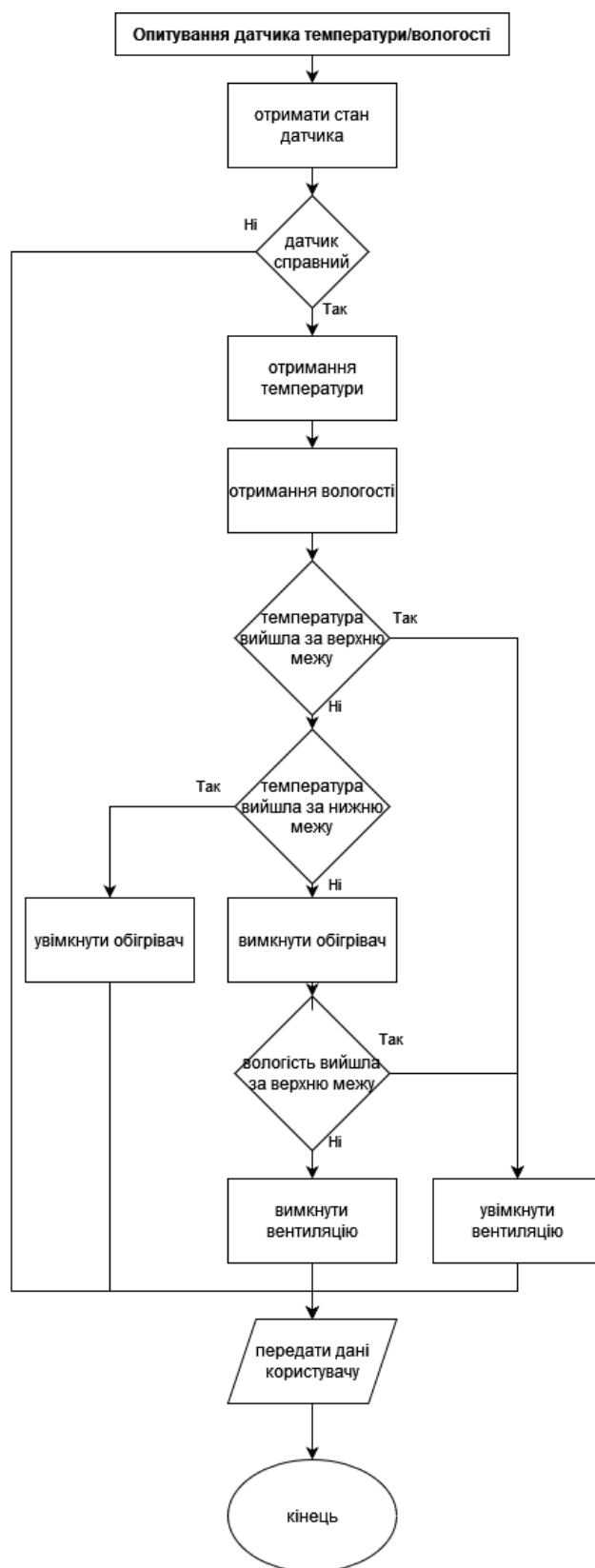


Рисунок 4.2 - Опитування датчика температури/вологи

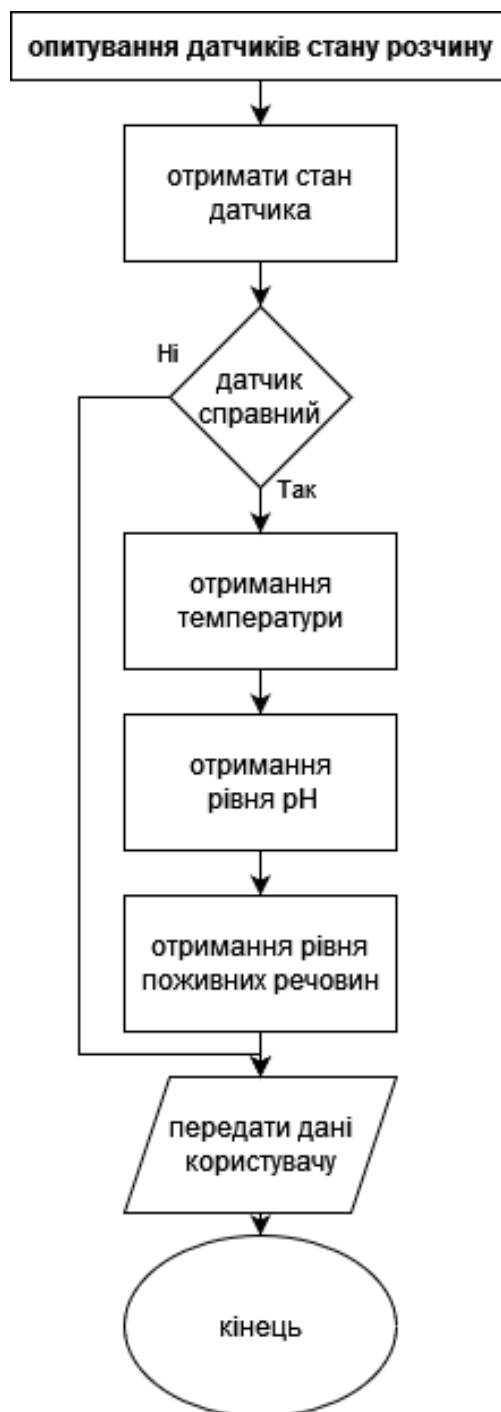


Рисунок 4.3 - Опитування датчиків стану розчину

Висновки розділу

У даному розділі я розробив систему управління атизованою теплицею, яка заснована на мікроконтролері Arduino Uno, контролер має широкий спектр функцій і можливостей. Система управління поєднує різні елементи теплиці, такі як насоси, датчики, освітлення та вентиляція, в єдину систему, забезпечуючи ефективне та оптимальне керування умовами всередині теплиці.

Мікроконтролер Arduino Uno виконує безліч завдань, включаючи моніторинг та передачу даних із датчиків вологості, температури повітря, температури живильного розчину та рівня pH. Він також контролює роботу вентиляційної системи, обігріву та насосів відповідно до заданих параметрів користувача. Взаємодія з системою здійснюється через десктопну програму на основі ОС Windows, яка дозволяє отримувати інформацію про стан теплиці та керувати нею.

Для забезпечення точного та надійного функціонування системи, симуляція та моделювання в середовищі Proteus використовуються для перевірки працездатності всіх компонентів та взаємодії між ними.

В цілому система управління автоматизованою теплицею, заснована на мікроконтролері Arduino Uno, пропонує користувачеві широкий спектр можливостей для контролю та регулювання параметрів у теплиці, що сприяє оптимальному зростанню та розвитку рослин. Вона дозволяє автоматизувати процеси та забезпечує зручну взаємодію між користувачем та системою, що робить управління теплицею більш ефективним та зручним.

5 ТЕСТОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Тестове моделювання необхідне для перевірки роботи всіх вузлів системи з написаним кодом, моделювання проводиться у середовищі Proteus, що дозволяє створити схему підключення між усіма вузлами системи, завантажити прошивку мікроконтролера та з'єднати схему із зовнішньою програмою через віртуальний COM порт.

Зовнішня програма на мові C# отримує інформацію, що відправляється на COM порт і надає користувачеві доступ до неї, так само з цієї програми встановлюються налаштування мікроконтролера, такі як час поливу, час освітлення, межі значень датчиків при перетині яких в роботу вступають контури управління зовнішнім середовищем.

Для початку змоделюємо схему в Proteus, додамо всі необхідні датчики і з'єднаємо їх з мікроконтролером згідно з документацією, тому що в середовищі Proteus не можна змоделювати такі речі як: насос, освітлювальний прилад, обігрівач, а також вентиляцію всі ці прилади будуть умовно зображені у вигляді діодів D2 D3 D4 D5, так само в протеус відсутній датчик провідності RS485 як заміна використовуємо ще один датчик DS18B20 (U4), це дозволить нам отримувати якесь значення, яким ми можемо маніпулювати, нехай це буде умовне значення провідності, схема Proteus представлена на малюнку 5.1.

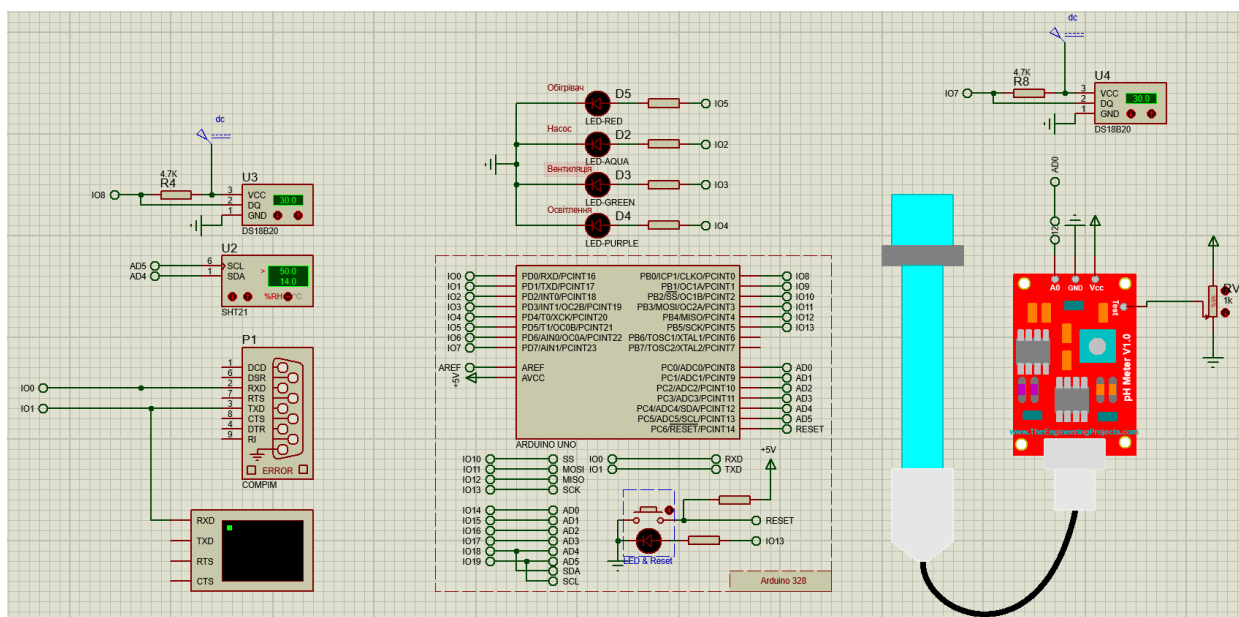


Рисунок 5.1 - Схема у середовищі моделювання Proteus

Користувальницька програма на мові С# виводить одержувані з мікроконтролера показники датчиків і дозволяє користувачеві відправити нові налаштування, користувач може взаємодіяти тільки з 7 полями інтерфейсу, серед яких: максимально допустиме значення температури, мінімально допустиме значення температури, максимально допустиме значення вологості, мінімально допустиме значення вологості, час поливу, час освітлення, кнопка оновлення налаштувань контролера, крім показань датчиків, програма також виводить журнал всіх подій, таких як включення/вимкнення будь-яких контурів управління, інтерфейс програми представлений на малюнку 5.2.

Рисунок 5.2 - Інтерфейс програми користувача

Запустимо моделювання і переконаємося, що програма користувача отримує коректні дані з контролера, далі перевіримо ряд наступних умов: Температура повітря: встановимо рамки в максимум +30 і мінімум +15 градусів цілію і знизимо температуру нижче зазначеної межі, переконаємося що діод умовного обігрівача запрацював (малюнок 5.3), і що програма повідомила користувача про подію, тепер підніmemo температуру вище 30 градусів і переконаємося в роботі умовної вентиляції (малюнок 5.4).

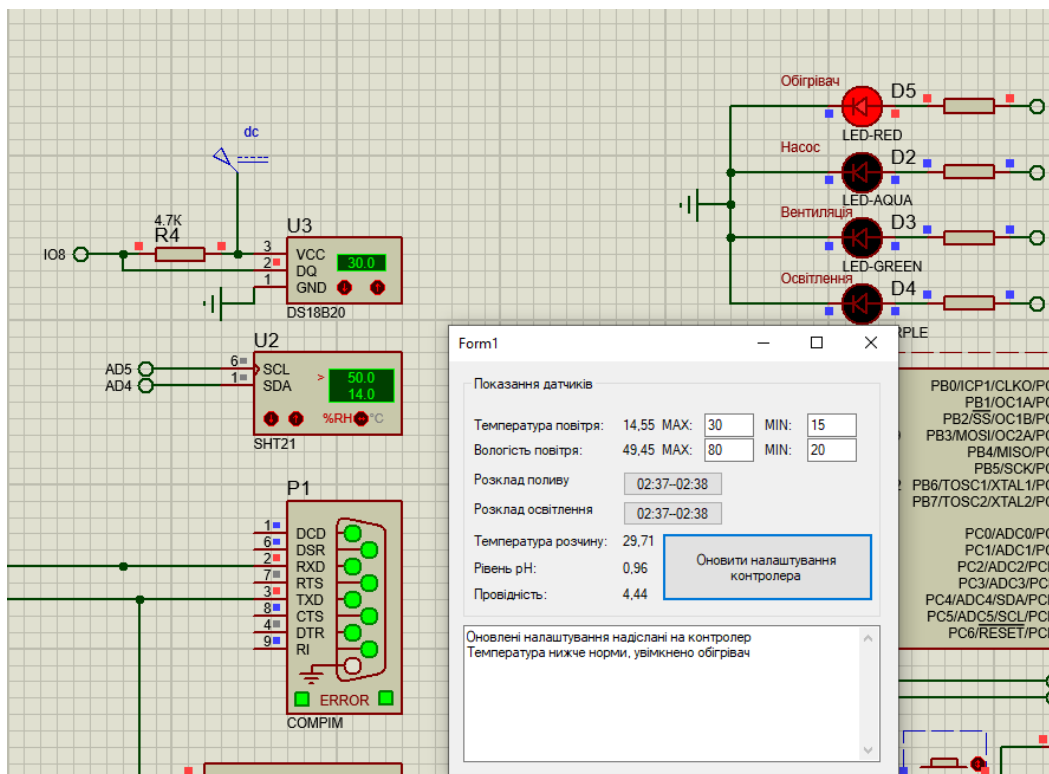


Рисунок 5.3 - Робота обігрівача при температурі нижче за норму

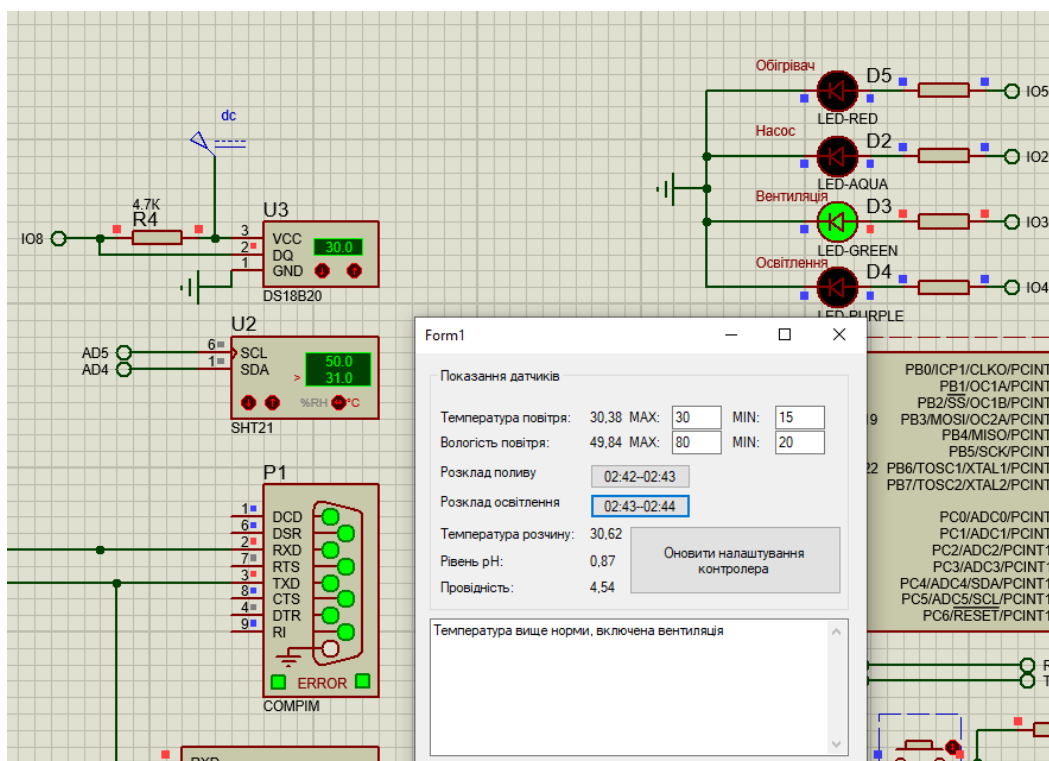


Рисунок 5.4 - Робота вентиляції при температурі вище за норму

Вологість повітря: встановимо межі максимум 80% і мінімум 20% вологості, і переконався що виходячи за максимальну межу працює вентиляція, а при виході за мінімум користувачеві повідомляється про небезпечну ситуацію (малюнок 5.5)

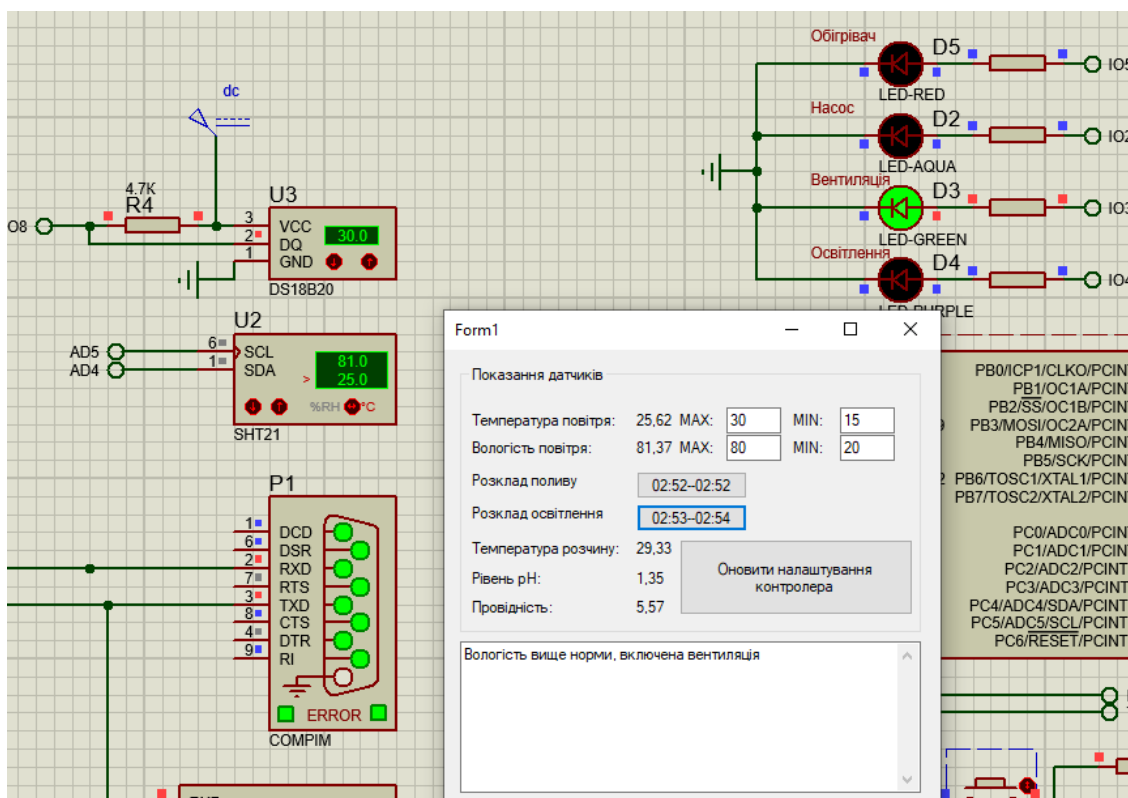


Рисунок 5.5 - Робота вентиляції при вологості вище за норму

Насос. насос запускається мікроконтролером по сигналу з програми користувача яка зберігає в собі інформацію про розклад поливу і має доступ до системного часу комп'ютера, при настанні часу поливу програма передає контролеру інформацію про те, що час включити насос, встановимо час на найближчий до поточного і тривалістю в 1 хвилину і переконаємось у роботі насоса. (малюнок 5.6)

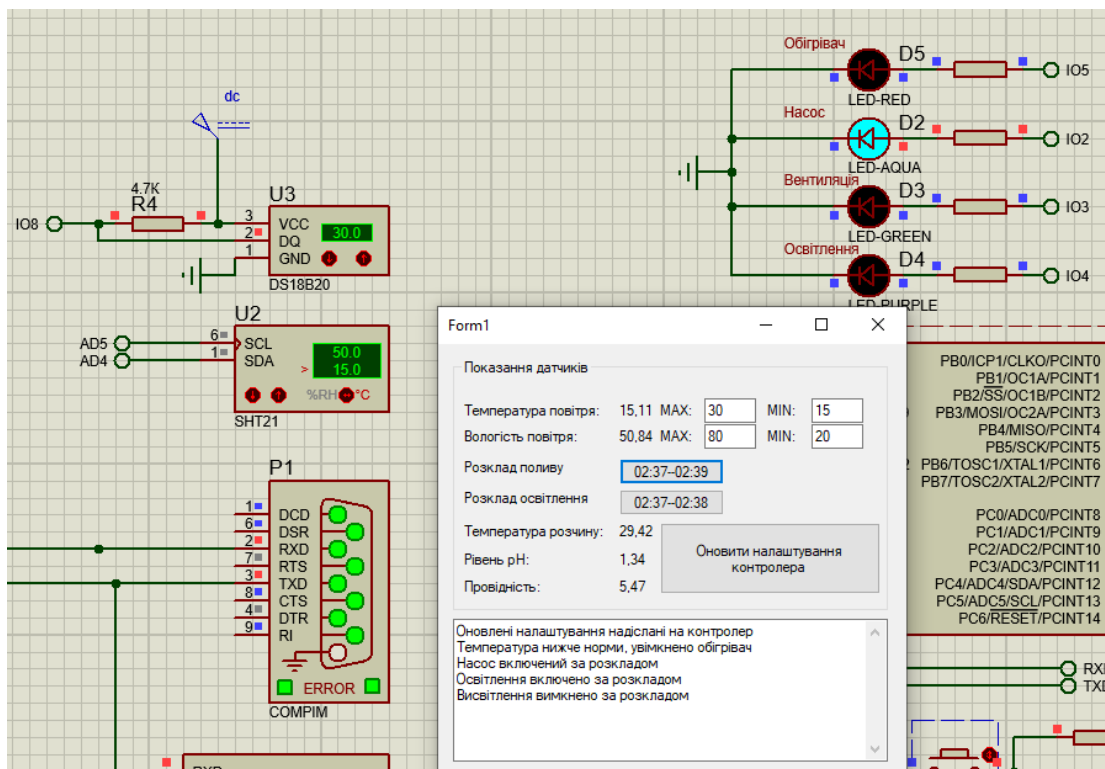


Рисунок 5.6 - Робота насоса за розкладом

Освітлення. подібно до насоса управляється програмою, встановимо йому теж час що і насосу і переконаємося в його роботі. Інформація з датчиків розчину виводиться користувачеві, але ніяк не впливає на стан системи, переконаємося в тому, що ці дані просто є. (малюнок 5.7)

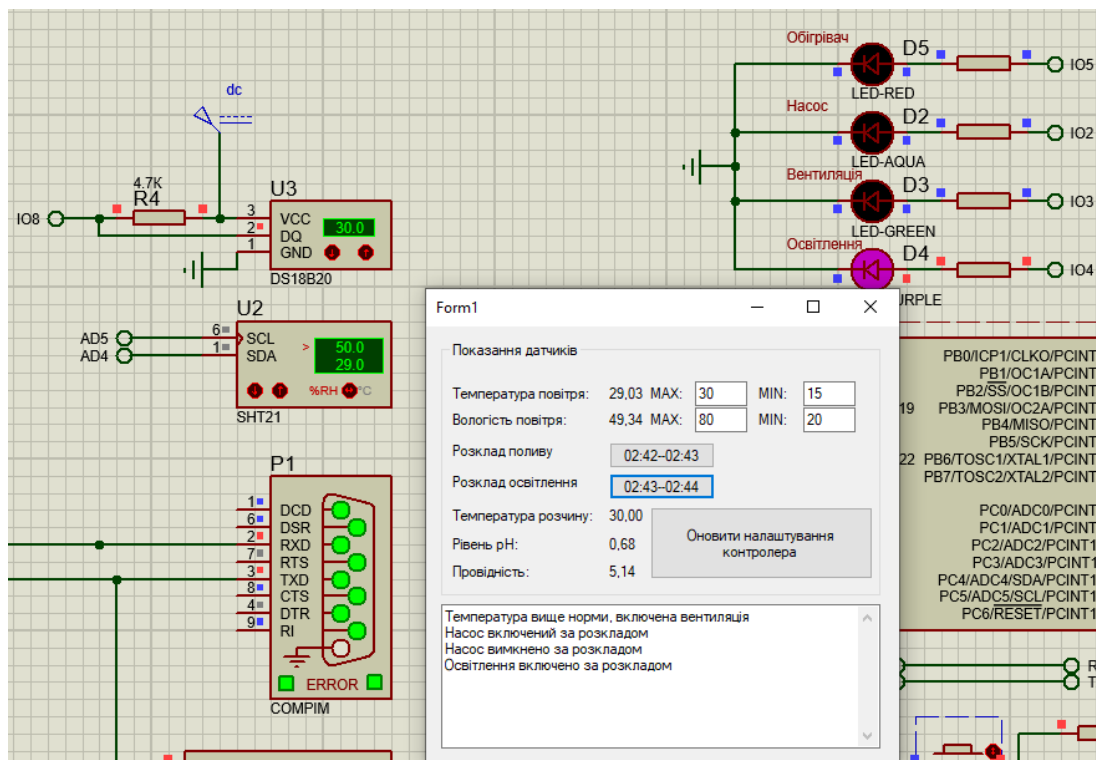


Рисунок 5.7 - Робота освітлення за розкладом

Висновки розділу

Провівши моделювання я переконався в правильній роботі програми мікроконтролера і його правильної взаємодії з програмою користувача. Була створена автоматизована система керування мікротеплицею, яка задовольняє усі потреби рослин.

Для цього були досліджені основні фактори успішного росту рослин. Після цього були створені принципова, функціональна та структурна схеми, а також складальний кресленик та друкована плата. Після цього робота схеми була змодельована серед Proteus. Готова автоматизована система управління здатна тривалий час підтримувати життєдіяльність рослини без втручання людини. Так само була розроблена програма користувача на мові C# для віддаленої взаємодії користувача з системою.

ВИСНОВКИ

Виконавши дипломний проєкт, було розроблено автоматизовану систему управління середовищем вирощування рослин.

У процесі дипломного проекту було проведено комплексне дослідження та реалізацію системи автоматизованого керування мікрокліматом у приміщенні. Робота включала такі етапи, як огляд і порівняння наявних рішень, огляд автоматизованих рішень, розробку функціональної схеми пристрою, створення системи управління та проведення тестового моделювання.

Головною метою проєкту було створення автоматизованої системи управління середовищем вирощування рослин, яка дозволяє зручно керувати такими параметрами, як температура, вологість, насоси та освітлення, а також моніторити ці показники.

У першому розділі було проведено аналіз предметної області, розглянуто та проаналізовано архітектуру краплинного поливу, а також представлено основні протоколи, що використовуються для побудови таких систем. Було розглянуті наявні аналоги розроблюваної системи, їх переваги і недоліки.

У другому розділі було розглянуто характеристики автоматизації системи, а також були розглянуті інші необхідні апаратні засоби, які були використані під час розробки. В цьому розділі проведено аналіз та опис основних характеристик, які допомогли визначити оптимальні параметри для системи автоматизації.

У третьому розділі була представлена функціональна структура системи. Були описані та обґрунтовані компоненти системи, які були вибрані для впровадження відповідно до вимог технічного завдання. В цьому розділі було проведено аналіз функцій та взаємозв'язку компонентів системи, забезпечивши їх взаємодію та оптимальну роботу системи в цілому.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

У четвертому розділі було виконано збірку схеми прототипу пристрою. Було проведено необхідні налаштування та калібрування допоміжних пристроїв, щоб забезпечити їх належну роботу та підготувати їх для подальшого використання.

У п'ятому розділі були поетапно описані деталі розробки програмного забезпечення для роботи системи та для застосунку, який виводить дані на екран у зрозумілій формі для користувача. Були розглянуті та описані основні функції програми, змінні та їх взаємодія.

У результаті розробки була отримана повністю функціональна і коректна система, яка повністю задовольняє вимоги, що були поставлені. Шляхом виконання тестування програми на побудованій схемі, я можу підтвердити, що поставлені завдання були успішно досягнуті, а розроблений продукт відповідає всім встановленим вимогам.

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Малюнок DS18B20 Stainless steel. URL: https://aliexpress.ru/item/1005004412646322.html?sku_id=12000029092710723&spm=a2g2w.productlist.search_results.11.650e23ffzb3w2x
2. Малюнок SHT21. URL: <https://www.compel.ru/infosheet/SENSIR/SHT21>
3. Малюнок EZO™ pH Circuit. URL: <https://atlas-scientific.com/embedded-solutions/ezo-ph-circuit/#>
4. Малюнок датчика у зборі. URL: <https://atlas-scientific.com/embedded-solutions/ezo-ph-circuit/>
5. Малюнок RS485 у зборі.
URL: <https://www.aliexpress.com/item/32965992320.html>
6. Малюнок характеристики RS485. URL: <https://store.comwintop.com/products/water-ec-transmitter-ec-sensor-tds-conductivity-sensor-module-4-20ma-0-5v-0-10v-rs485-output-analog-output-voltage>
7. Малюнок RS485 Shield for Arduino. URL: <https://www.dfrobot.com/product-1024.html>
8. Малюнок Насос Ebara IDROGO 5. URL: <https://gemgate.ie/rainwater-harvesting/rainwater-pumps/ebara-idrogo/?p=2>
9. Малюнок Roleadro 600W. URL: <https://www.amazon.com/Roleadro-Generation-Spectrum-Greenhouse-Hydroponics/dp/B07P7MBNPD>
10. Малюнок Hunter Pump Start Relay PSR-22. URL: <https://www.amazon.com/Hunter-Pump-Start-Relay-PSR-22/dp/B002P4C5ZW>
11. Малюнок Finder PCB Mount Power Relay. URL: <https://ie.rs-online.com/web/p/power-relays/0376824>
12. Малюнок Arduino. URL: <https://notes.kurskov.ru/2019/10/arduino-uno-r3-avr-atmega328p/>

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

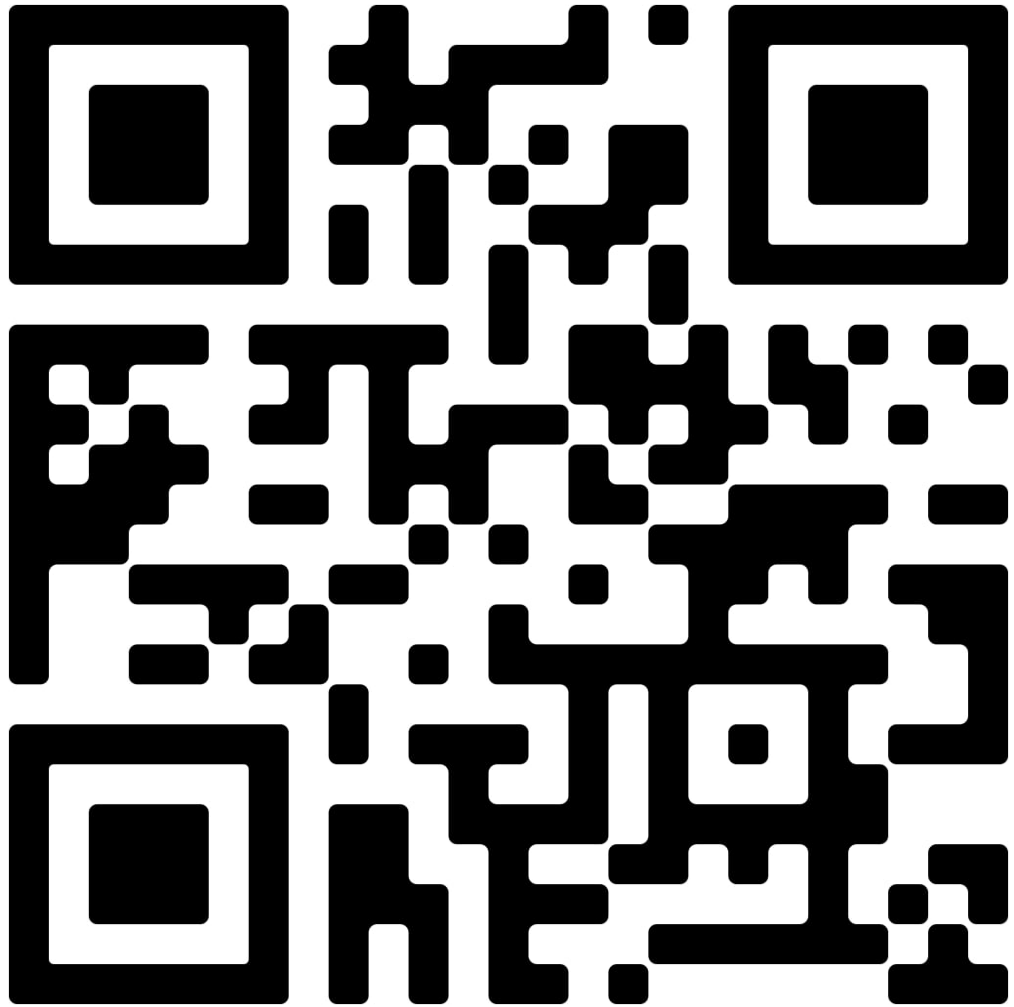
13. Книга Hydroponic Food Production A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. URL:
<https://www.routledge.com/Hydroponic-Food-Production-A-Definitive-Guidebook-for-the-Advanced-Home/Resh/p/book/9780367678753> .
14. форум з гідропоніки з науковими статтями. URL:
<http://www.hydroponicsonline.com/> .
15. Книга Drip Irrigation for Every Landscape and All Climates авторства Роберта Кларка. URL: <https://www.robertkourik.com/books/drip.html> .
16. Книга Greenhouse Technology and Management авторства Ніколаса Кастлса та Джо Річардсона. URL:
https://books.google.ie/books/about/Greenhouse_Technology_and_Management.html?id=PcKDwgaHhaMC&redir_esc=y .

					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Лістинг розроблених програм

Програма для мікроконтролера та додатку для ОС Windows



					ІА91.160БАК.004 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		