

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

Ігор ЧИЧУРА

«___» _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної бакалаврської роботи

на тему:

СМАРТ ТЕПЛИЦЯ

Виконав:

Сергій ЯРМАК

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Керівник:

к. ф.-м.наук, Михайло РЯБОЦУК

(вчене звання, ім'я та прізвище)

(підпис)

Ужгород – 2024

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної бакалаврської роботи: 57 сторінки, 43 рисунків, 15 таблиць, 2 додатки, 8 джерел посилань.

ТЕПЛИЦЯ, ДАТЧИКИ, АРДУІНО, СМАРТ

Об'єкт дослідження – смарт теплиця, контроль параметрів і робота в автономному режимі за заданим алгоритмом із дистанційним керуванням через Інтернет мережу на основі платформи «АРДУІНО» і додатку Blynk.

Мета роботи – розробити електронний модуль автоматичного керування параметрами теплиці, яка працює на основі «АРДУІНО» і додатку Blynk.

Методи дослідження – технічний аналіз систем розумна теплиця та їх складових; аналіз аналогічних розробок на платформі ардуіно; проектування структурної і принципової схеми; розробка алгоритму роботи системи.

Проведено технічний аналіз аналогів на основі ардуіно і готових комплексів. За результатами аналізу спроектовано смарт теплицю і підібрано її компоненти. Розроблено структурну та принципову схеми, а також алгоритм роботи.

ABSTRACT

Explanatory note of the qualifying bachelor thesis: 57 pages, 43 figures, 15 tables, 2 appendices, 8 reference sources.

GREENHOUSE, SENSORS, ARDUINO, SMART

The object of the study is a smart greenhouse, control of parameters and operation in autonomous mode according to a given algorithm with remote control via the Internet based on the "ARDUINO" platform and the Blynk application.

The purpose of the work is to develop an electronic module for automatic control of greenhouse parameters, which works on the basis of "ARDUINO" and the Blynk application.

Research methods – technical analysis of smart greenhouse systems and their components; analysis of similar developments on the Arduino platform; design of a structural and principle scheme; development of the system operation algorithm.

A technical analysis of analogues based on Arduino and ready-made complexes was carried out. Based on the results of the analysis, a smart greenhouse was designed and its components selected. The structural and principle schemes, as well as the work algorithm, have been developed.

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет
Кафедра приладобудування
Освітньо-кваліфікаційний рівень "Бакалавр"
Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.ф.-м.н., доцент Ігор ЧИЧУРА

"__" _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ярмаку Юрію Ігоривичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи «Смарт теплиця»
та керівник роботи Рябошук Михайло Михайлович, к.ф.-м.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені Розпорядженням № 16 по ІТФ від " 12 " травня 2024 року.
- Строк подання студентом роботи на кафедру: "15" червня 2024 року.
- Вихідні дані до роботи: об'єктом розробки є смарт теплиця для впровадження в мале господарство прогресуючих технологій, підвищення продуктивності теплиці.
Умови експлуатації пристрою:
 - температура навколишнього середовища: від 0°C до +60 °C;
 - атмосферний тиск: від 720 до 780 мм.рт.ст.;
 - відносна вологість повітря: до 95 %;
 - електроживлення: із можливістю автономної роботи до 1 доби;
 - габарити і маса: мінімально можливі.Характеристики системи:
 - контрольовані параметри: температура, вологість повітря, вологість – ґрунту, освітлення;
 - комунікація за допомогою Інтернету;
 - робота в автоматизованому режимі.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 Огляд та аналіз аналогів об'єкту проектування (аналіз сучасних автоматизованих систем смарт теплиця; огляд аналогічних рішень на основі мікропроцесорної схемотехніки; принципи функціонування автоматизованих систем). Проектно - конструкторський розділ (розробка структурної, принципової схем; розрахунок параметрів модулів та елементів схеми; підбір датчиків).

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

- структурна або функціональна схема пристрою;
- принципова електрична схема;
- алгоритм функціонування контролера;
- лістинг програмного забезпечення.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 05 березня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз сучасних систем розумна теплиця.	30.03.2024	
2	Огляд аналогів.	20.04.2024	
3	Аналіз завдання та розробка структурної схеми.	30.04.2024	
4	Підбір елементів	10.05.2024	
5	Написання програми для контролера.	20.05.2024	
6	Розробка схем.	25.05.2024	
7	Написання пояснювальної записки.	05.06.2024	
8	Оформлення роботи та креслень.	10.06.2024	

Студент _____ / _____ /
 (підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ / _____ /
 (підпис) (ініціали та прізвище)

Зміст

ВСТУП.....	7
1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ’ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ.....	9
1.1. Огляд готових рішень систем смарт теплиця	9
1.2. Огляд схемних рішень смарт теплиці	12
1.3. Теоретичні основи	17
1.3.1 Внутрішнє середовище теплиць	17
1.3.2 Температура навколишнього середовища в приміщенні	17
1.3.3 Вологість повітря в приміщенні	18
1.3.4 Зрошення	19
2. ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	20
2.1. Аналіз технічного завдання	20
2.2 Синтез структурної схеми	20
2.3 Синтез принципової електричної схеми	21
3 АЛГОРИТМ РОБОТИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ КОНТРОЛЕРА	39
3.1 Опис алгоритму роботи пристрою	39
3.2 Програмне забезпечення Arduino IDE	40
3.3 Програма Blynk для пристроїв Android, iOS і Windows	41
3.4 Зв’язк Arduino та Blynk	42

КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Ярмак Ю		
Перевірив		Рябощук М.М		
Т. контр.				
Н.Контр.				
Затв.		Чичура І.І.		
Смарт теплиця Пояснювальна записка				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		У	6	57
ІТФ, кафедра ПБ, 4 курс бакалаври денна форма				

3.5 Налаштування програми Smart Arduino та Blynk	43
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	48
ДОДАТКИ.....	49

АКІТ
2024

АКІТ

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Сектор сільськогосподарського виробництва є критичним, сферою, яка може підтримувати життя людей. Загалом більшість фермерів все ще використовують традиційні системи землеробства та залежать від зміни клімату. Через невизначену зміну клімату в останні роки фермерам важко передбачити час збирання врожаю. Тривалі дощі підвищують ризик появи шкідників і хвороб, а надмірна спека призводить до того, що рослини втрачають багато води і в'януть, в результаті чого фермери зазнають збитків у вигляді неврожаю. Тому існування теплиці в сільськогосподарському світі стає все більш важливим.

Технологія самоконтролю, аналізу й звітування (англ. Self Monitoring Analysis and Reporting Technology — S.M.A.R.T.). Даний термін у випадку застосування його, відносно теплиці, передбачає інтеграцію тепличного обладнання в автоматизований комплекс [1].

Розумна теплиця — це саморегулююче середовище з контрольованим мікрокліматом для оптимального росту рослин. Кліматичні умови в центрі теплиці, така як температура, вологість, освітленість, вологість обґрунтовано контролюються постійно. Невеликі зміни в цих кліматичних умовах запускають автоматичні дії. Автоматизовані дії оцінюють зміни та вживають коригувальні дії, таким чином підтримуючи оптимальні умови для росту рослин.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Огляд готових рішень систем смарт теплиця

Теплиця – це місце, де під прозорим дахом із таких матеріалів, як скло або напівпрозорий пластик, ростуть овочі та дрібні рослини. Теплиці особливо важливі в холодних регіонах, де важко вирощувати рослинність. Вони створюють парниковий ефект, затримуючи сонячне світло, збільшуючи рівень вуглекислого газу та, зрештою, сприяючи росту рослин і врожаю.

За відповідним напрямком розглянемо розумні системи віддаленого моніторингу теплиць [2].



Рисунок 1.1 – Система «Growtronix» [2]

Базовий пакет системи «Growtronix»: контролер; датчик вологості/температури; керований блок живлення (забезпечує програмне керування 2 пристроями); датчики навколишнього середовища; датчики ґрунту. Контроль зрошення/дозування; керування світлом; аналітика веб-порталу; віддалене керування живленням.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



Рисунок 1.2 – Система «Growlink» [3]

Базовий пакет системи «Growlink»: контролер; чотири сенсорні входи та чотири реле (Можна керувати іншим обладнанням із розширенням керуючої потужності) і контролювати до 1000 контролерів на операцію вирощування; датчики: навколишнього середовища, відносна вологість, барометричний тиск, температура повітря, тиск пари, CO2 і світло, ґрунту [3]. Контроль: зрошення, дозування, освітлення. Наявний додаток (Android - iOS). Додаткова підписка Remote Power Control (через адон).



Рисунок 1.3 – Система «MotorLeaf» [3]

Базовий пакет системи «MotorLeaf» : контролер \$Contact Sales два виходи. Датчики: навколишнього середовища, вологість, температура, загальна освітленість (PAR) і відносна кількість червоної, зеленої та синьої довжини хвиль світла. Контроль: зрошення (використовує елементи керування та датчики Bluelab), дозування (використовує елементи керування та датчики Bluelab), освіти. Додаток : через веб-сайт.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок 1.4 – Система «Autogrow IntelliDose & IntelliClimate» [3]

Базовий пакет системи «Autogrow IntelliDose & IntelliClimate»: контролер 9 вихідів для IntelliDose та IntelliClimate. Датчики: навколишнього середовища, температури в приміщенні та на вулиці, вологість CO2 та освітлення. Контроль: магнітний дверний вимикач для безпеки та вимикач перегріву світла, зрошення та дозування (доза до 8 поживних частин і 4 зрошувальні станції), освітлення. Додаток: (Android - iOS) Віддалене керування: - сповіщення, планування, аналіз історії.



Рисунок 1.5– Система «Link4 iPonic 624» [3]

Базовий пакет системи «Link4 iPonic 624»: контролер - включає 8 розеток на 120 В, 6 з яких повністю програмовані. Датчики: навколишнього середовища, температура, вологість CO2 і освітлення. Контроль: магнітний дверний вимикач для безпеки та вимикач перегріву світла, зрошення та дозування, просте вмикання/вимкнення. Керування: світлом, просто увімкнення/вимкнення. Віддалене керування - сповіщення SMS/електронна пошта, планування, аварійне відключення.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ

Арк.

12



Рисунок 1.6– Система «SmartBee» [3]

Базовий пакет системи «SmartBee» контролер: керування до восьми пристроїв із сухим контактом 24 В. Датчики: навколишнього середовища, освітлення, температура, вологість, VPD і CO₂, а також дають показання для PAR, PPFД (щільність потоку фотосинтетичних фотонів) і DLI (щоденне освітлення). Контроль збільшення та дозування, світла. Віддалене керування - сповіщення SMS/електронна пошта, планування, аварійне відключення.

1.2 Огляд схемних рішень смарт теплиці

Моніторинг теплиць за допомогою Arduino

За допомогою Arduino розроблена автоматична система контролю та моніторингу теплиці через модуль GSM. Ця система дуже ефективна для вирощування рослин і повністю автоматична. Arduino автоматично вмикатиметься та вмикатиме пристрої [4].

У цьому проекті за допомогою модуля GSM можна зберігати інформацію про вплив клімату на рослини. Система також демонструє кліматичні зміни, які впливають на продуктивність та якість рослин тощо. Основною метою створення цього проекту є створення автоматичного моніторингу теплиці, у якому модуль GSM надсилає інформацію про температуру, вологість, інтенсивність світла, Вологість ґрунту та стан приладів (вентилятора, розпилювачів, штучного освітлення та водяного насоса), які підключені до схеми керування ефектами

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

парника або параметрами парника (температура, вологість, інтенсивність світла та водопостачання для рослин). Блок –схема системи приведена на рис. 1.7.

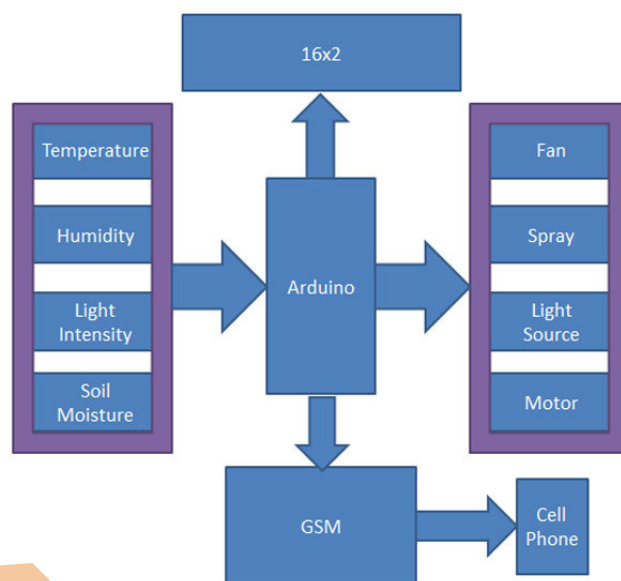


Рисунок 1.7 – Блок-схема системи моніторингу на основі Arduino [4]

Опис схеми. У цій системі Arduino є серцем усієї системи, яке контролює процес. Коли датчики відчують будь-які зміни в навколишньому середовищі чи ґрунті, Arduino починає діяти та виконує необхідну операцію.

Коли датчик вологості ґрунту не визначає вологість ґрунту, Arduino вмикає водяний насос і надсилає власнику статусу повідомлення про те, що двигун увімкнено.

І якщо LDR виявляє слабе освітлення, Arduino бере на себе контроль і вмикає штучне освітлення.

У цій системі РК-дисплей 16×2 використовується для відображення стану для всіх операцій, таких як увімкнення або вимкнення двигуна, температура, вологість і стан освітлення. Контакти даних РК-дисплея підключені в 4-бітовому режимі (контакти даних d5, d6, d7, d8 РК-дисплея безпосередньо з'єднані з контактами № 4, 5, 6, 7 Arduino, а командний контакт Rs і En РК-дисплеїв підключено з контактом № 2, 3 Arduino). LDR використовується для визначення інтенсивності світла, і його вихід підключається до аналогового контакту A0 Arduino, тоді як штучне світло підключається за допомогою реле. Реле працює за

Архітектуру Smart Greenhouse можна розбити на три основні компоненти

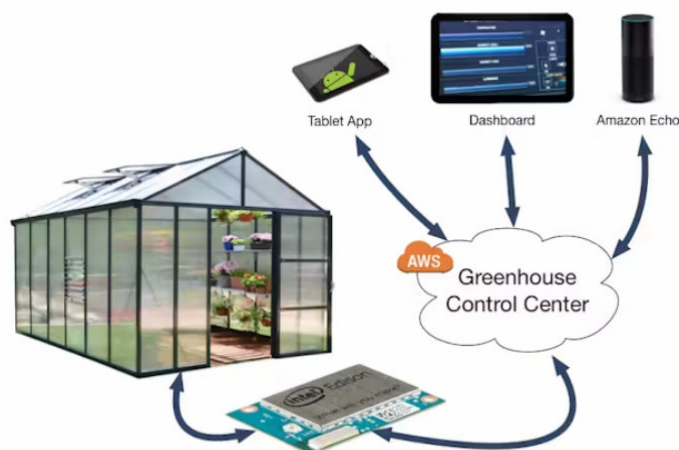


Рисунок 1.9 – Узагальнююча схема розумної теплиці на основі Arduino [5]

Архітектуру Smart Greenhouse можна розбити на три основні компоненти: підключена теплиця з датчиками та приводами; центр управління; пристрої взаємодії з користувачем. Розглянемо кожен з них докладніше.

Підключена теплиця з датчиками та приводами. Підключені пристрої всередині Smart Greenhouse обмінюються даними зі службою AWS IOT за допомогою плат мікроконтролерів Intel Edison, які розміщені в основі теплиці. Є два концентратори мікроконтролера: концентратор датчика для збору всіх даних датчиків і концентратор приводу, який керує приводами, пов'язаними з пристроями (див рис. 1.10). Кожна з плат мікроконтролерів концентратора має програму на основі NodeJS, яка працює та спілкується з підключеними пристроями на одному кінці та службу AWS IoT на іншому кінці. Додаток NodeJS, що працює на платі мікроконтролера, спілкується з підключеними пристроями за допомогою комунікаційної бібліотеки Intel Edison 'MRAA' для JavaScript, та сервісом AWS IoT із використанням AWS IoT SDK для javascript. Sensor node — це плата мікроконтролера Intel Edison із запущеною на ній програмою NodeJS. Програма NodeJS щосекунди зчитує дані з усіх підключених датчиків і публікує дані в сервісі AWS IOT через захищений канал за допомогою протоколу MQTT. Actuator node — ще одна плата мікроконтролера Intel Edison із запущеною на ній програмою NodeJS. Додаток Actuator NodeJS підписується на набір тем MQTT і чекає надходження повідомлень щодо цих тем. Теми приводу MQTT передають команди для приводів, підключених до теплиці.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ

Арк.

16

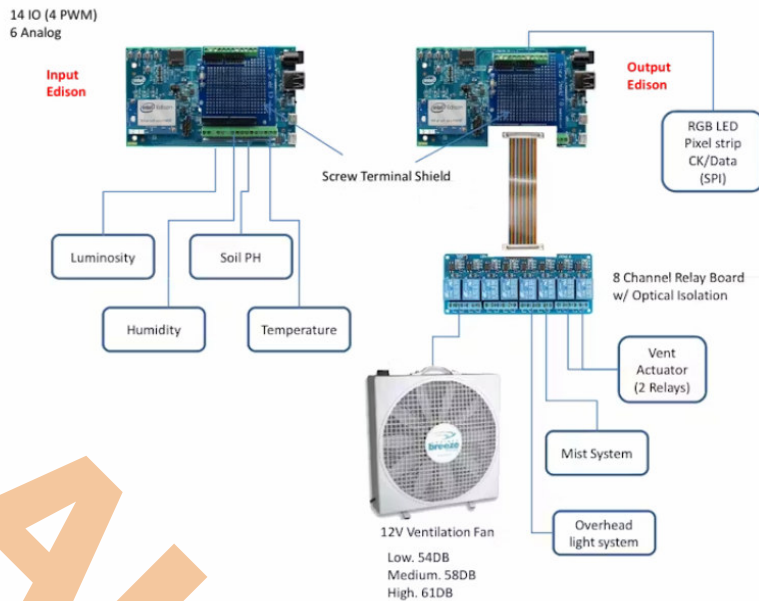


Рисунок 1.10 – Деталізована схема розумної теплиці на основі Arduino [5]

Центр управління. Control Center — це серверна інфраструктура Smart Greenhouse, що включає веб-додаток Controller, потоковий веб-сервер і функції моніторингу Lambda. Серверна інфраструктура Smart Greenhouse складається з: веб-додаток контролера; потоковий веб-сервер; моніторинг лямбда-функцій

Пристрої взаємодії з користувачем. Користувачі можуть взаємодіяти з Smart Greenhouse за допомогою інформаційної панелі, голосових підказок або програми для планшета.

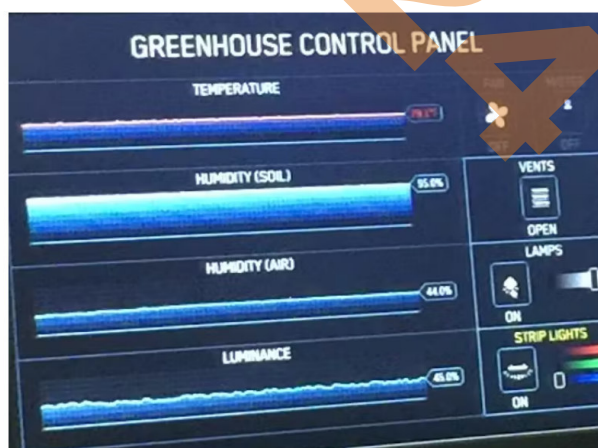


Рисунок 1.11 – Інформаційна панель розумної теплиці на основі Arduino [5]

Інформаційна панель - веб-панель показує графік поточної температури, вологості, вологості ґрунту та яскравості в реальному часі. Вентилятор теплиці,

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

вентиляційні вікна, верхня лампа, світлодіодне освітлення та зволожувач повітря також можна керувати за допомогою веб-додатка на панелі приладів. Голосові підказки - прості команди, такі як «Alexa увімкни вентилятор», можна використовувати з пристроєм Amazon Echo, щоб активувати вентилятор. Додаток для планшета - компанія Accenture розробила програму для Android, яка має такі ж функції, як веб-панель інструментів. Цю програму також можна використовувати для взаємодії з Smart Greenhouse.

1.3 Теоретичні основи

У цьому підрозділі проводиться теоретичний аналіз даних, використаних для створення смарт теплиці. Короткий теоретичний аналіз основних кліматичних умов, що впливають на тепличне виробництво, а також складу апаратного та програмного забезпечення блоку автоматизації.

1.3.1 Внутрішнє середовище теплиць

Теплиця - це закриті і прозоре приміщення, де вирощуються рослини. Його внутрішнє середовище необхідно контролювати, щоб ми могли, продовжити вегетаційний період. Контроль внутрішнього середовища в теплицях, тобто опалення, вологість, вентиляція, освітлення та додавання CO₂, може продовжити вегетаційний період у теплицях навіть протягом року.

Температура, вода, сонячна радіація та наявність поживних речовин є найважливішими факторами, що впливають на сільськогосподарське виробництво. Фотосинтез є найосновнішим процесом рослин, але виробництво сильно змінюється температурою та опадами. На тривалість вегетаційного періоду впливає температура. Крім того, доступність ґрунтової води з опадів впливає на тривалість росту.

1.3.2 Температура навколишнього середовища в приміщенні

Температура істотно впливає на основні функції рослин, тобто фотосинтез, транспірацію, дихання та обмін речовин. Ідеальні температурні умови для росту більшості сільськогосподарських культур знаходяться в межах від 10 °C до 30 °C.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Ріст багатьох рослин в основному визначається різницею температур між денною та нічною. Таблиця 1.1 показує ідеальні денні та нічні температури для різних видів рослин. За допомогою опалення обмежують вологість повітря в приміщенні, що вище 85-90% сприяє розвитку хвороб рослин.

Таблиця 1.1 - Оптимальні денні та нічні температури для різних культур.

Культура	Денна Температура (°0)	Нічна Температура (°0)
Помідор	21-27	14-16
Перець	22-24	16-19
Баклажани	21-27	16-18
Огірок	19-24	16-19
Салат	17-21	14-16

1.3.3 Вологість повітря в приміщенні

Основним фактором внутрішнього середовища теплиці є вологість, тобто водяна пара, що міститься в повітрі приміщення (табл. 1.2). Зокрема, вологість впливає на водопоглинання рослинами, тепловіддачу та наявність хвороб. Застосування оптимальної температури і відносної вологості підвищує продуктивність і покращує якість продукції. Крім того, виробничі витрати зменшуються завдяки енергозбереженню. Відносна вологість повітря в тепличному приміщенні, як було сказано вище, не повинна перевищувати 85-90%, через захворювання рослин.

Таблиця 1.2 - Оптимальна відносна вологість для різних культур.

Культура	Культивування
Помідор	60-75
Перець	70-80
Баклажани	70-80
Огірок	75-80
Салат	65-80

Вентиляція — це переміщення повітря між зовнішнім і внутрішнім приміщеннями теплиці для зниження внутрішньої температури та вологості, а також для введення CO₂. Вентиляція може бути досягнута за допомогою систем: а) пасивної, тобто з отворами для забору та випуску повітря, і б) динамічної, де

повітря піддається тиску або всмоктується в теплицю. Динамічна вентиляція (вентилятори) ефективніша за пасивну.

1.3.4 Зрошення

Вода важлива для росту врожаю. Рослини поглинають воду з ґрунту через свою кореневу систему, яка є засобом транспортування всіх поживних речовин із ґрунту. Це також терморегулюючий фактор для рослин через виділення водяної пари з листя (ефект транспірації). Через дихання вони виділяють 99,8% води, яку вони приймають, і використовують лише 0,2%. Застосування недостатнього зрошення (постійна точка в'янення) призведе до висихання рослин. Застосовуючи надмірне зрошення, ми створюємо повне насичення ресурсів ґрунту водою, перешкоджаючи насиченню рослин киснем через кореневу систему, що призводить до їх загибелі. Вологість ґрунту вище точки постійного в'янення і до водоємності (кількості води, що залишається після осушення насиченого ґрунту) вважається доступною вологою (рис. 1.12). Значення водоємності та точки в'янення відрізняються для різних категорій ґрунтів, як ми можемо бачити в таблиці 1.3.

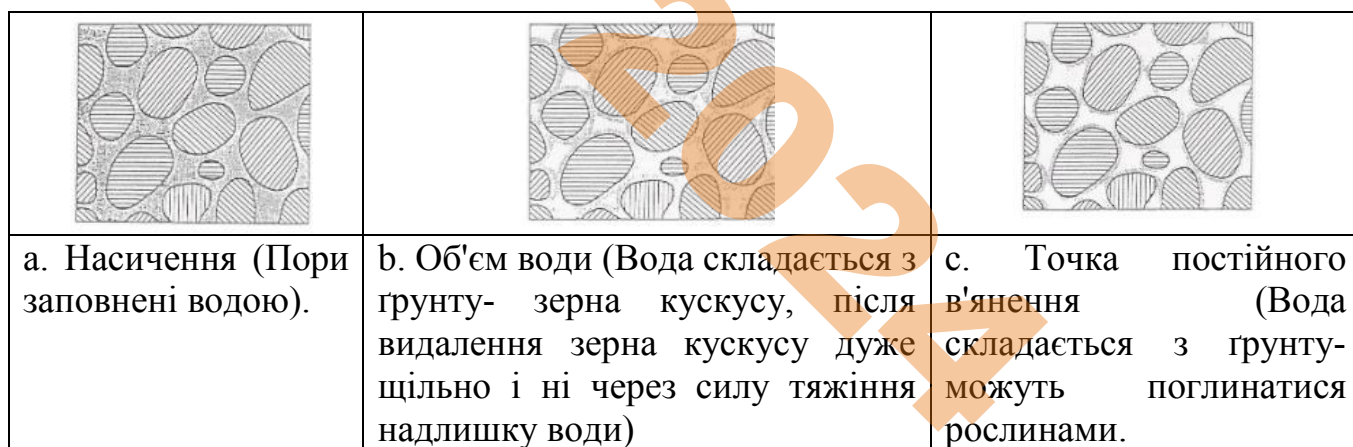


Рисунок 1.12 - Умови зволоження ґрунту

Таблиця 1.3 - Значення водоємності - для типових категорій ґрунтів.

Інженерія рекомендація землю	Феномен Вага KN/m ³	Ємність для води%	точка в'янення %	Кінцева швидкість фільтрації, якщо. (mm/h)
Піщаний	16,19	6	4	50
Піщана глина	14,72	14	6	25
глина	13,73	22	10	13
Глина глина	13,24	27	13	8
Глина глина	12,75	31	15	2,5
глина	12,26	35	17	5

2 ПРОЕКТНО –КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз технічного завдання

Тема кваліфікаційної роботи: ”Смарт теплиця”.

Необхідно забезпечити такі функції нашої системи:

- контрольовані параметри: температура, вологість повітря, вологість – ґрунту, освітлення;
- комунікація за допомогою Інтернету;
- робота в автоматизованому режимі.

Вище описані системи розумних теплиць, що використовують різні засоби контролю і сповіщення. Враховуючи завдання, та аналіз аналогів спроектуюмо смарт теплицю. Сучасна елементна база дозволяє реалізовувати різні варіанти побудови автоматизованих ситем для тепличного господарства. Тож правильний вибір елементної бази значно покращить якість, економічність, технологічність та експлуатаційні характеристики системи.

2.2 Синтез структурної схеми

Для проектування пристрою, потрібно окреслити, його основні функціональні блок згідно ТЗ і на основі цього побудувати структурну схему. На рисунку 2.1. представлена узагальнена структурна схема.



Рисунок 2.1 - Узагальнена структурна схема

1. Блок датчиків.
2. Блок обробки сигналів і утворення керуючих сигналів.
3. Блок керування.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Враховуючі неопхідність узгодження елементів, наша структурна схема набере вигляду рис. 2.2.



Рисунок 2.2 - Структурна схема смарт теплиці

Найкращим варіантом для цієї системи буде Arduino Uno див. рис. 2.3 [9]. Тому що він один із найпопулярніших і найдешевших. Крім того для цієї плати виробляється найбільша кількість модулів розширення. Це дозволяє додавати нові функції і можливості.

2.3 Синтез принципової електричної схеми

Підберемо електронні компоненти, які будуть використані для виконання технічного завдання. Ось короткий практичний аналіз режиму роботи, а також основні технічні характеристики компонентів.



Рисунок 2.3 - Arduino Uno [6]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Технічні характеристики Arduino Uno. Для апаратної частини конструкції була обрана платформа Arduino. Arduino UNO (рис. 2.4) — це електронна схема на основі мікропроцесора ATmega328P. Він має 14 цифрових входів, шість аналогових ввідів-виходів, один USB-роз'єм, розетку живлення та кнопку скидання.

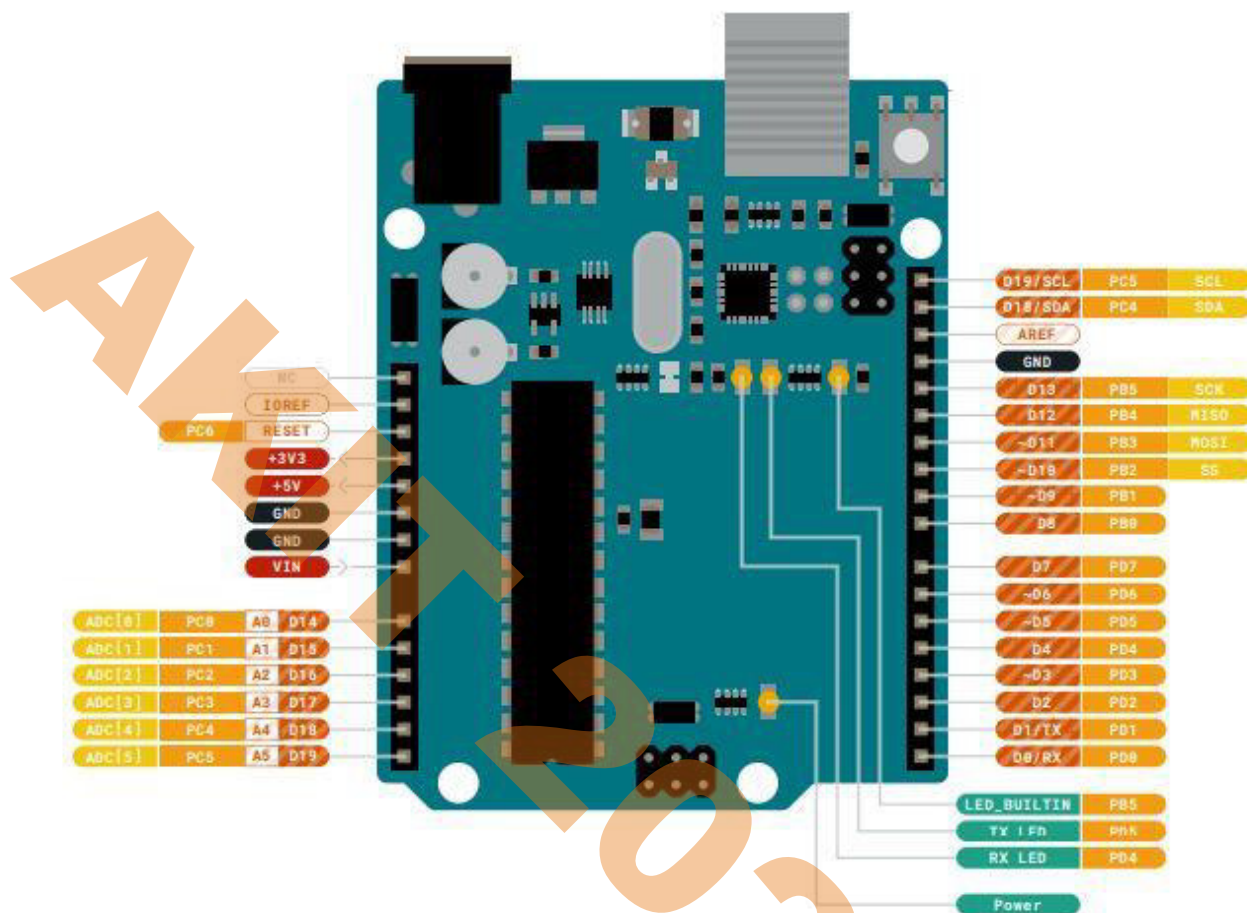


Рисунок 2.4: Arduino Uno I/O [6]

Робоча напруга 5 вольт, рекомендована вхідна напруга від 7 до 12 вольт, межі вхідної напруги від 6 до 20 вольт. Він надає нам 14 цифрових входів і виходів (рис. 3.2), які розпізнають рівні 0 або 5 В, 6 забезпечують вихід за допомогою технології ШІМ (широтно-імпульсної модуляції), за допомогою якої також можна створювати псевдоаналогові сигнали. Оснащений 6 аналоговими входами (Analog Inputs) для зчитування сигналів від 0 до 5В з можливістю вимірювання 1024 значень.

Струм на вихід може бути 20 мА для 5 вольт і 50 мА для 3,3 вольт.

Флеш-пам'ять становить 32 КБ (завантажувач 0,5 КБ), SRAM — 2 КБ, EEPROM — 1 КБ, а швидкість — 16 МГц (табл. 2.1).

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики Arduino [6]

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Він легко розширюється за допомогою технології Shield, тобто сумісних плат для розширення схем, підключених до основи Arduino (контактні роз'єми), для підключення до Ethernet, WiFi, а також різних датчиків, які можуть значно збільшити функціональність і можливості Arduino UNO.

Ethernet Shield.

Arduino Ethernet Shield (рис. 2.5) дозволяє платі Arduino підключатися до Інтернету. Він використовує мікросхему Wiznet W5500 Ethernet. Wiznet W5500 надає нам з'єднання (IP) для TCP і UDP. Підтримує до восьми одночасних підключень до розеток. Включивши бібліотеку Ethernet у нашу програму, ми можемо підключитися до Інтернету за допомогою Shield. Ethernet Shield підключається до плати Arduino за допомогою контактів, які проходять через Shield. Це зберігає розташування контактів недоторканим і дозволяє накладати

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

інший Shield на нього. Ethernet Shield має з'єднання RJ-45 і Power Over Ethernet. Має слот для карти micro-SD для зберігання файлів і перегляду в мережі. Він сумісний з Arduino Uno і Mega (з бібліотекою Ethernet). Вбудований пристрій для читання карток micro-SD доступний через бібліотеку SD. Поточний Shield підтримує модуль Power Over Ethernet (PoE), призначений для живлення від кабелю Cat 5 Ethernet.

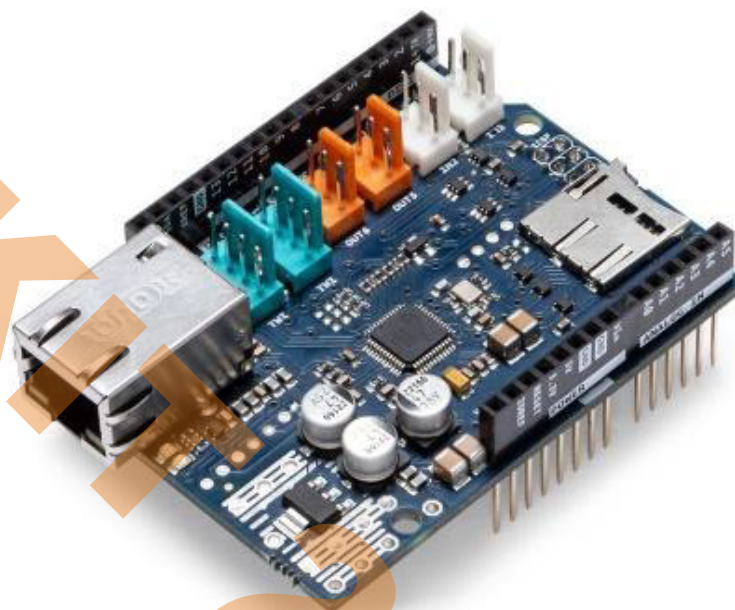


Рисунок 2.5 - Arduino Ethernet Shield [6]

Arduino спілкується з W5500 і SD shield за допомогою шини SPI (через ICSP). Це стосується цифрових контактів 10, 11, 12 і 13 на Uno. В обох табличках I.O. 10 використовується для вибору W5500 і I.O. 4 для SD. Ці штифти не слід використовувати для I.O. Shield має стандартний роз'єм Ethernet RJ45. Кнопка скидання на Shield скидає як W5500, так і Arduino.

Наш Shield відображає таку інформацію за допомогою світлодіодів (рис. 2.6):

ON: вказує на те, що плата ввімкнена.

13 — оригінальний вбудований світлодіод Arduino.

ACT: блимає, коли є активність RX або TX.

LINK: вказує на наявність мережі та блимає, коли Shield передає або отримує дані.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

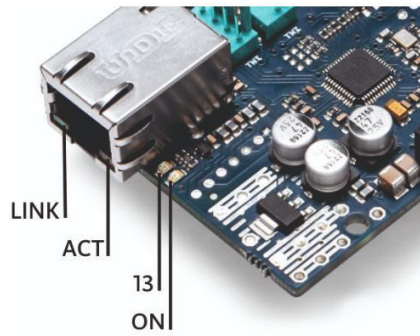


Рисунок 2.6 - Візуальна інформація про Ethernet Shield [6]

Arduino Relays Shield.

Arduino Relays Shield (рис. 2.7) — це рішення для управління навантаженнями високої потужності, які не можуть підтримуватися цифровим вводом-виводом. Arduino через обмеження струму та напруги контролера. Shield має чотири реле, кожне реле забезпечує 2 контакти перемикання полюсів (NO та NC). Щоб збільшити обмеження струму кожного виходу, 2 перехідних контакти розміщуються паралельно. Чотири світлодіоди показують стан увімкнення/вимкнення кожного реле.

Relays Shield не потребує зовнішнього живлення, воно надається через I.O. 5 В і 3,3 В плати Arduino використовується як основа. Реле управляються наступним I.O. Arduino: Реле 1 = I.O. Arduino 7, реле 2 = I.O. Arduino 4, реле 3 = I.O. Arduino 5, реле 4 = I.O. Arduino 6.

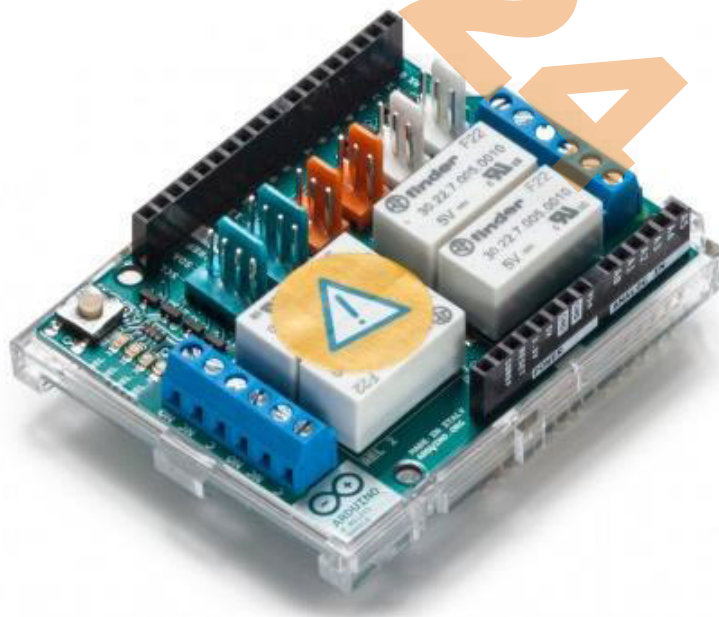


Рисунок 2.7 - Arduino Relays Shield [6]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Relays Shield має кілька інтерфейсів вводу-виводу та зв'язку TinkerKit. Зв'язування модулів TinkerKit може спростити створення проекту чи прототипу. Вбудовані посилання:

2 входи TinkerKit: IN2 і IN3 (білого кольору), ці роз'єми спрямовані на аналогові входи Arduino A2 і A3.

2 виходи TinkerKit: OUT5 і OUT6 (помаранчевого кольору), ці роз'єми спрямовані на виходи Arduino PWM на контактах 5 і 6.

2 TinkerKit TWI: ці роз'єми (4 контакти білого кольору) спрямовані до інтерфейсу Arduino TWI для підключення пристроїв TWI (Arduino 4 Relays Shield | Офіційний магазин Arduino, 2020).

Датчики температури та вологості.

Датчики температури та вологості DHT11, DHT22 (рисунок 2.8) знайшли широке застосування, оскільки поєднують в собі дуже низьку ціну, точність і надійність.

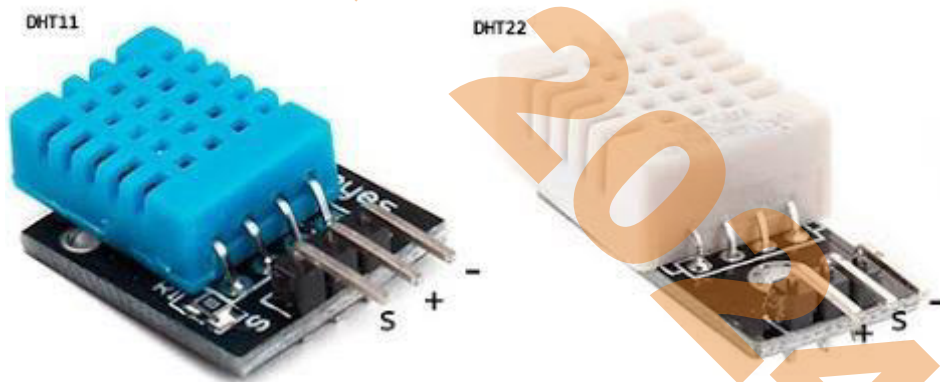


Рисунок 2.8 - Датчики температури та вологості DHT11 і DHT22 [6]

Вимірювання температури здійснюється за допомогою термістора NTC, який зменшує свій опір із підвищенням температури. Коли залежність між опором і температурою є лінійною, має місце:

$$\Delta R = k \Delta T$$

де ΔR – зміна значення опору, ΔT – зміна температури, а k – термічний коефіцієнт опору (негативний для NTC).

Для вимірювання вологості використовується датчик, який має два електроди з вологоутримуючою підкладкою (провідний пластиковий полімер)

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

між ними. Іони вивільняються з підкладки, коли вона поглинає водяну пару, що, у свою чергу, збільшує провідність між електродами. Зміна опору на двох електродах пропорційна відносній вологості. Опір між електродами зменшується при високій відносній вологості, тоді як він збільшується при зниженні відносної вологості.

Їх живлення становить від 3 до 5,5 В, споживаний струм від 0,2 до 1 мА, підключення здійснюється за допомогою двонаправленої лінії передачі даних.

Щоб зв'язатися з процесором, датчик надсилає 16 біт для вологості, наступні 16 біт для температури та наступні 8 біт для перевірки парності. Тобто ми маємо 40-бітний пакет, як показано в таблиці 2.2 нижче.

Таблиця 2.2: Набір даних відповіді DHT [6]

0011 0101	0000 0000	0001 1000	0000 0000	0100 1101
Humidity High	Humidity Low	Temp. High	Temp. Low	Parity
Calculate Parity: 0011 0101 + 0000 0000 + 0001 1000 + 0000 0000 = 0100 1101				

У DHT11 16 біт вологості складаються з двох 8-бітових секцій, причому старша з них містить інформацію про вологість, а нижча завжди дорівнює нулю. Діапазон вимірювання вологості становить від 0 до 90%.

Те саме стосується DHT22, але з іншим діапазоном вимірювання. Інформація про вологість, що міститься в 16 бітах, представлена в десятих частинах одиниці вимірювання з діапазоном значень від 0 до 999, що відповідає вологості від 0 до 99,9%. У 16 бітах температури інформація міститься іншим способом, оскільки ми також можемо мати від'ємні значення. Ознака вказана в MSB, де за 1 маємо негативну температуру. Решта 15 біт містять інформацію в десятих частках одиниці вимірювання з діапазоном значень від 0 до 800, діапазон вимірювання від -40 до 80 °C.

В обох датчиках біти парності обчислюються однаково шляхом підсумовування чотирьох 8-бітних частин.

Зв'язок із обробним блоком здійснюється таким чином:

Спочатку DHT перебуває в режимі очікування та контролює шину, коли від процесора надходить запит на зв'язок із датчиком, він перетягує шину в низький рівень на 18 мс, а потім на 40 мс у високий рівень. Потім є відповідь від DHT

шляхом підтягування шини в низький рівень протягом 54 мс, а потім у високий рівень протягом 80 мс. Потім DHT надсилає 40 біт, що містять дані останнього вимірювання. З тривалості високої логіки даних визначається 0 або 1. Коли ми маємо 70 мс, це відповідає 1, а коли ми маємо 24 мс, це відповідає 0, а проміжний інтервал низького логічного рівня завжди становить 54 мс. На рис. 2.9 графічно показано часову шкалу зв'язку. Як перший біт пакета ми отримуємо MSB високої вологості, а потім решту праворуч, як показано в таблиці 2.3.

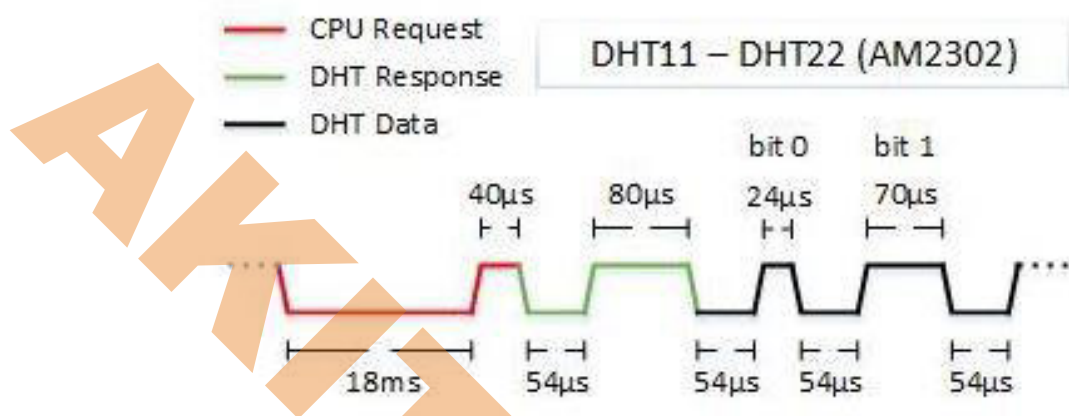


Рисунок 2.9: Час зв'язку DHT з MCU [6]

Датчик DHT22 проводить вимірювання приблизно кожні 2 секунди, споживаючи при цьому низьку потужність 50 мкА.

Після подачі початкової напруги ми повинні дати датчику час запуску принаймні 1 с, а потім отримати запит на зв'язок. Нам все ще потрібен часовий інтервал принаймні 1 с між двома запитами (DHT22, DHT22 Datasheet, DHT22 PDF - Aosong, 2020).

Таблиця 2.3: Технічні характеристики DHT 11 – 12 [6]:

	DHT11	DHT22
Робоча напруга	3,3 – 5,5 В	3,3 - 6 В
Гучність, підрахунок / очікування	0,3 мА / 60 мА	1,5 мА / 50 мА
Діапазон температур / Макс.	0 - 50 0С / 2%	-40 – 80 0С / 0,5%
Діапазон вологості / точність	20 – 90 % / 5 %	0 – 100 % / 2-5 %
Частота вибірки	1 Гц (1 с)	0,5 Гц (2 с)

Датчик вологості ґрунту.

Датчик вологості ґрунту складається з двох зондів, які використовуються для вимірювання об'ємного вмісту води в ґрунті (рис. 2.10). Два зонди пропускають струм через ґрунт, а потім беруть значення опору для розрахунку значення вологості. Коли в ґрунті більше води, опір буде меншим. Тому рівень вологості буде вище. Коли буде менше води, буде більше опору. Тому рівень вологості буде нижчим.

Датчик вологості ґрунту FC-28 має чотири висновки (рисунок 2.10):

VCC: джерело живлення;

A0: Аналоговий вихід;

D0: Цифровий вихід;

GND: земля.

Плата містить потенціометр, за допомогою якого ми встановлюємо порогове значення, а потім це значення буде порівнюватися LM393. Світлодіод виходу засвітиться відповідно до цього значення, і це налаштування для цифрового виходу (рис. 2.10).

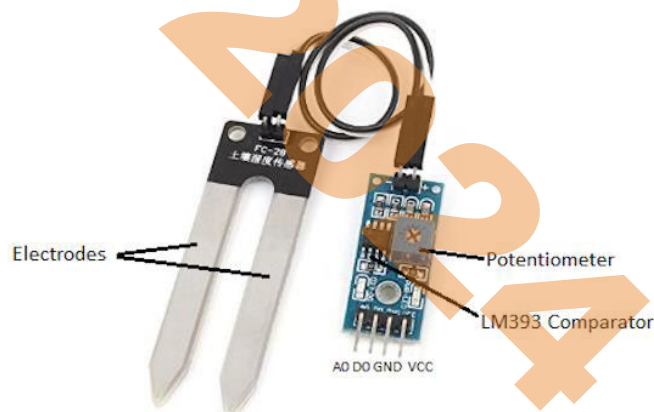


Рисунок 2.10: Датчик вологості ґрунту FC-28 [6]

Аналоговий режим - датчик вологості ґрунту та Arduino.

Підключаємо датчик до аналогового режиму, використовуючи аналоговий вихід датчика. При отриманні аналогового вихідного сигналу від датчика вологості ґрунту FC-28 датчик дає нам значення від 0 до 1023. Вологість виражається у відсотках, тому ми використовуємо функцію карти для відображення значень.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики датчика вологості ґрунту FC-28 [6]

Робоча напруга	3,3 - 5 В
Вихідна напруга	0 - 4,2 В
Інтенсивність	35 мА
Вихідний сигнал	Аналоговий (0-1023), цифровий

Датчик руху.

PIR (пасивний інфрачервоний) датчик руху (рис. 2.11, 2.12) складається з піроелектричного датчика, плоского конденсатора, заряд Q якого змінюється відповідно до наступного співвідношення:

$$\Delta Q = A \cdot p \cdot \Delta T$$

де A - площа чутливого елемента, а p - піроелектричний коефіцієнт. Зміна температури ΔT зумовлена поглинанням, випромінюванням. Він може виявляти рівні інфрачервоного випромінювання з довжиною хвилі від 8 мкм до 14 мкм в інфрачервоній області спектру.

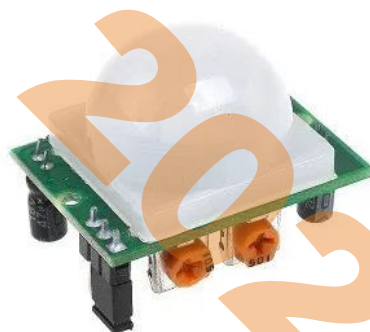


Рисунок 2.11 - Датчик руху [6]

Усі об'єкти випромінюють слабе випромінювання, і чим вища температура, тим більше випромінювання. Датчик в детекторі руху розділений на дві рівні частини. Це для виявлення руху (зміни). Дві частини з'єднані таким чином, що вони гасять одна одну, щоб гасити сигнали, викликані вібрацією, змінами температури або сонячним світлом. Якщо одна половина бачить більше або менше інфрачервоного випромінювання, ніж інша, вихідний сигнал коливатиметься високо або низько. Його робота заснована на сприйнятті різниці інфрачервоного випромінювання в навколишньому просторі.

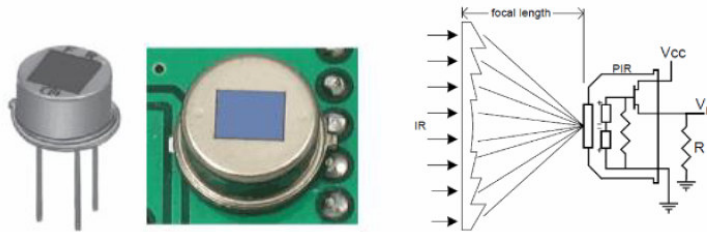


Рисунок 2.12 - Піроелектричний датчик [6]

Він також містить фільтр Френеля для модуляції поля зору датчика (шляхом поділу поля зору на окремі конуси), щоб охопити всю область інтересу, і модулює падаюче випромінювання від детектора, щоб бути чутливим лише до змін поля. Він також містить підсилювач, який веде себе як активний фільтр, відкидаючи високочастотний шум, а потім компаратор, який реагує на позитивні та негативні переходи на виході. Він має два змінних калібрувальних резистора: один призначений для регулювання часу, протягом якого вихідний сигнал утримується на високому рівні, інший призначений для зміни відстані сприйняття.

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики датчика руху [6]

Робоча напруга	5 - 20В
Споживання в стані спокою	65 мА
Вихідна напруга	0 В / 3,3 В
Налаштування часу	0,3 – 18 сек
Налаштування відстані	до 7 м (120°)

Вентилятор.

Вентилятор (рис. 2.13) використовує електричну енергію, яку він перетворює в рух, щоб створити необхідний тиск, з яким підтримується потік повітря.



Рисунок 2.13 – Вентилятор [6]

Таблиця 2.6 - Технічні характеристики вентилятора [6]

Робоча напруга	12В
Інтенсивність	0,125 А
Тип	Осьовий безщітковий двигун постійного струму

Звуковий сигнал.

Зумер (рисунок 2.14) перетворює електричні сигнали на звук. Пульсуюча мембрана, збуджена електричними сигналами, змінює тиск повітря, створюючи звук.

Звук – це відчуття, яке виникає у вусі та мозку внаслідок зміни тиску повітря. Ці коливання тиску передають енергію від віброуючого джерела (R. McMullan, 1992).

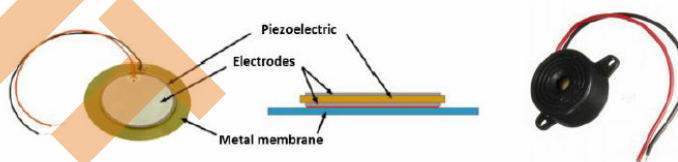


Рисунок 2.14: Звуковий сигнал [6]

Таблиця 2.7 - Технічні характеристики зумера [6]

Робоча напруга	4 - 8В
Інтенсивність	<30 мА
Частота	2300 ± 300 Гц

Водяний насос.

Магнітний водяний насос (рис. 2.15) містить обертове робоче колесо в закритому корпусі та приводиться в дію обертовим магнітним полем, створюваним окремими магнітами. Обертання робочого колеса створює силу, яка вганяє рідину в корпус насоса, а потім з нього.



Рисунок 2.15 - Водяний насос [6]

Таблиця 2.8: Технічні характеристики водяного насоса [6]

Робоча напруга	2,5 - 6 В
Потік	80 – 120л/год
Діаметр виходу рідини	7,5 мм
Тип	безщітковий безперервний струм, магнітна провідність

Детектор газу.

Це датчик газу на основі оксиду металу (MOS) або хемірезистори, оскільки виявлення відбувається через зміну опору чутливого матеріалу, коли він контактує з газом. За допомогою простого дільника напруги можна визначити концентрацію газу. Датчик газу MQ2 працює від 5 В постійного струму та споживає близько 800 мВт. Він може виявляти зріджений газ, дим, алкоголь, пропан, водень, метан і монооксид вуглецю в концентраціях від 200 до 10000 частин на мільйон. Всередині датчик укладений у два шари тонкої сітки з нержавіючої сталі, що називається антивибуховою мережею. Це гарантує, що нагрівальний елемент всередині датчика не вибухне під час вимірювання легкозаймистих газів.

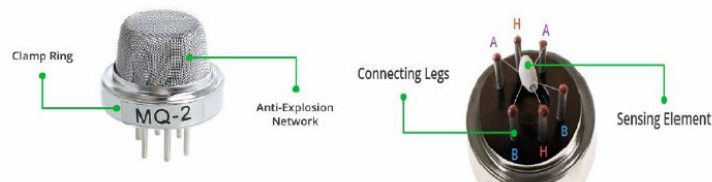


Рисунок 2.16 - Детектор газу [6]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Він також забезпечує захист датчика та фільтрує зважені частинки, щоб у камеру могли потрапити лише газоподібні елементи. Сітка кріпиться до решти корпусу за допомогою затискного кільця.

Права частина зображень 2.16 і 2.17 показує датчик, коли зовнішня сітка видалена. Структура у формі зірки утворена чутливим елементом і шістьма сполучними ніжками, які виходять за межі бакелітової основи (рис. 2.16). З шести два (H) відповідають за нагрівання чутливого елемента та з'єднані через нікель-хромову котушку, відомий електропровідний сплав.

Решта чотири ніжки (A & B) відповідають за вихідні сигнали, з'єднані з корпусом чутливого елемента і несуть невеликі зміни в струмі, що проходить через чутливий елемент.

Трубчастий чутливий елемент складається з керамічного елемента з оксиду алюмінію (Al_2O_3) і має покриття з діоксиду олова (SnO_2). Діоксид олова є найважливішим матеріалом, чутливим до паливних газів. Однак керамічна підкладка просто підвищує ефективність нагріву та забезпечує безперервне нагрівання зони датчика до робочої температури. Таким чином, хромонікель-кераміка та кераміка на основі оксиду алюмінію утворюють систему нагріву, тоді як платинові дроти та покриття з діоксиду олова утворюють систему чутливості.

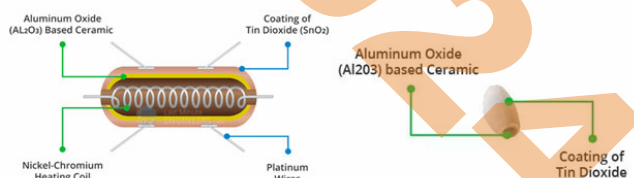


Рисунок 2.17 - Датчик детектора газу [6]

Якщо діоксид олова (частки напівпровідника) нагріти до високої температури, кисень поглинається поверхнею. У чистому повітрі електрони в діоксиді олова притягуються до кисню, який ви поглинаєте на поверхні чутливого матеріалу. Це запобігає проходженню електричного струму.

І навпаки, за наявності відновних газів поверхнева щільність адсорбованого кисню зменшується. Потім електрони вивільняються в діоксид олова, дозволяючи струму вільно протікати через датчик.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Таблиця 2.9: Технічні характеристики детектора газу [6]

Робоча напруга	5В
Опір навантажень	20 кОм
Опір нагрівача	33 Ом ± 5%
Споживання опалення	<800 мВт
Опір виявлення	10 кОм - 60 кОм
Поле концентрації	200 - 10000 ppm
Час розігріву	Більше 24 годин

Джерело живлення.

Джерело живлення (рис. 2.18) забезпечує необхідну стабілізовану постійну напругу та струм для роботи пристрою та периферійних пристроїв.



Рисунок 2.18 - Блок живлення [6]

Таблиця 2.10: Технічні характеристики джерела живлення [6]

Вихідна напруга	12В
Діапазон зміни вихідної напруги	± 1%
Вихідний струм	5А
Шум	75mVp-p
Внутрішня стабільність	± 0,5%
Стабільність навантаження	± 0,5%
Продуктивність	78%

Ультразвуковий датчик HC - SR04.

Ультразвук - це звукові хвилі, частота яких перевищує межу спектра слуху людини. Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 (рис. 2.19) складається з двох

ультразвукових перетворювачів. Передавач перетворює електричний сигнал в ультразвукові імпульси 40 кГц, які він випромінює, а приймач приймає передані імпульси, які повернулися. Після захоплення він створює вихідний імпульс, ширину якого можна використовувати для визначення відстані, яку подолав імпульс.



Рисунок 2.19 - Ультразвуковий датчик [6]

У деталях його робота полягає в наступному:

Імпульс тривалістю щонайменше 10 мкс прикладається до контакту тригера. Потім датчик випромінює вісім імпульсів на частоті 40 кГц, що також є «ультразвуковим підписом» пристрою, що дозволяє приймачу відрізнити переданий сигнал від навколишнього ультразвукового шуму. Вісім ультразвукових імпульсів поширюються по повітряю від передавача. Тим часом штифт Echo переходить у високий рівень, щоб почати формувати початок сигналу ехо-звороту. Якщо імпульси не повертаються, тоді сигнал відлуння закінчується через 38 мс і повертається до низького рівня. Таким чином, при 38 мс імпульс не знаходить жодного об'єкта в діапазоні вимірювання датчика.

І навпаки, коли імпульси відбиваються назад, висновок ехо стає низьким, як тільки сигнал отримано. Це створює імпульс, ширина якого коливається від 150 мкс до 25 мс, залежно від часу, необхідного для отримання сигналу (рис. 2.20).

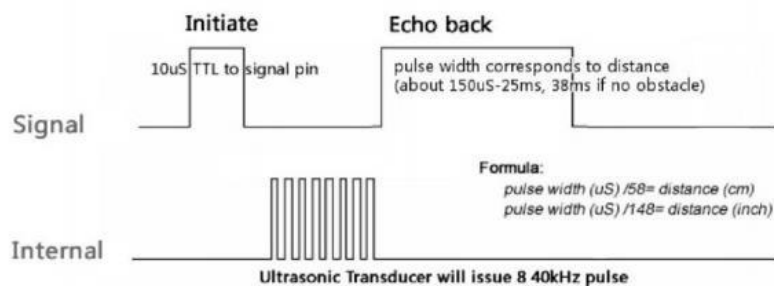


Рисунок 2.20 - Імпульсна модуляція ультразвукового датчика [6]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Потім амплітуда отриманого імпульсу використовується для обчислення відстані до відбитого об'єкта. Це можна вирішити за допомогою рівняння

Відстань = Швидкість x Час Швидкість — це швидкість звуку 340 м/с, а її перетворення в см/мкс становить 0,034 см/мкс. Ми також повинні розділити добуток швидкості на час на два, тому що отриманий час є загальним часом, який знадобився імпульсу, щоб досягти об'єкта та повернутися, тобто:

$$\text{Відстань} = (0,034 \times (\text{час відлуння})) / 2$$

Щоб покращити вимірювання, ми використали бібліотеку NewPing і функцію під назвою «iterations». Ця функція виконує кілька вимірювань тривалості замість одного, відкидає будь-які недійсні вимірювання, а потім відображає решту.

Таблиця 2.11 - Технічні характеристики ультразвукового датчика [6]

Робоча напруга	5В
Споживання	15 мА
Діапазон вимірювання	2 - 400 см
Вимірювання кута	<150
Аналіз	0,3 см

Лампи (нагрівальні).

Для обігріву приміщення використовувалися дві автомобільні лампи СВ8.5 (рис. 2.21).



Рисунок 2.21 - Тип лампи SV8.5 [6]

Таблиця 2.12 - Технічні характеристики лампи типу СВ8.5 [6]

Робоча напруга	12В
Споживання	10 Вт

Для виконання поставленої задачі, оперуючись на підібрані компоненти, спроектуємо принципову схему. На рисунку 2.22. представлена принципова схема смарт теплиці.

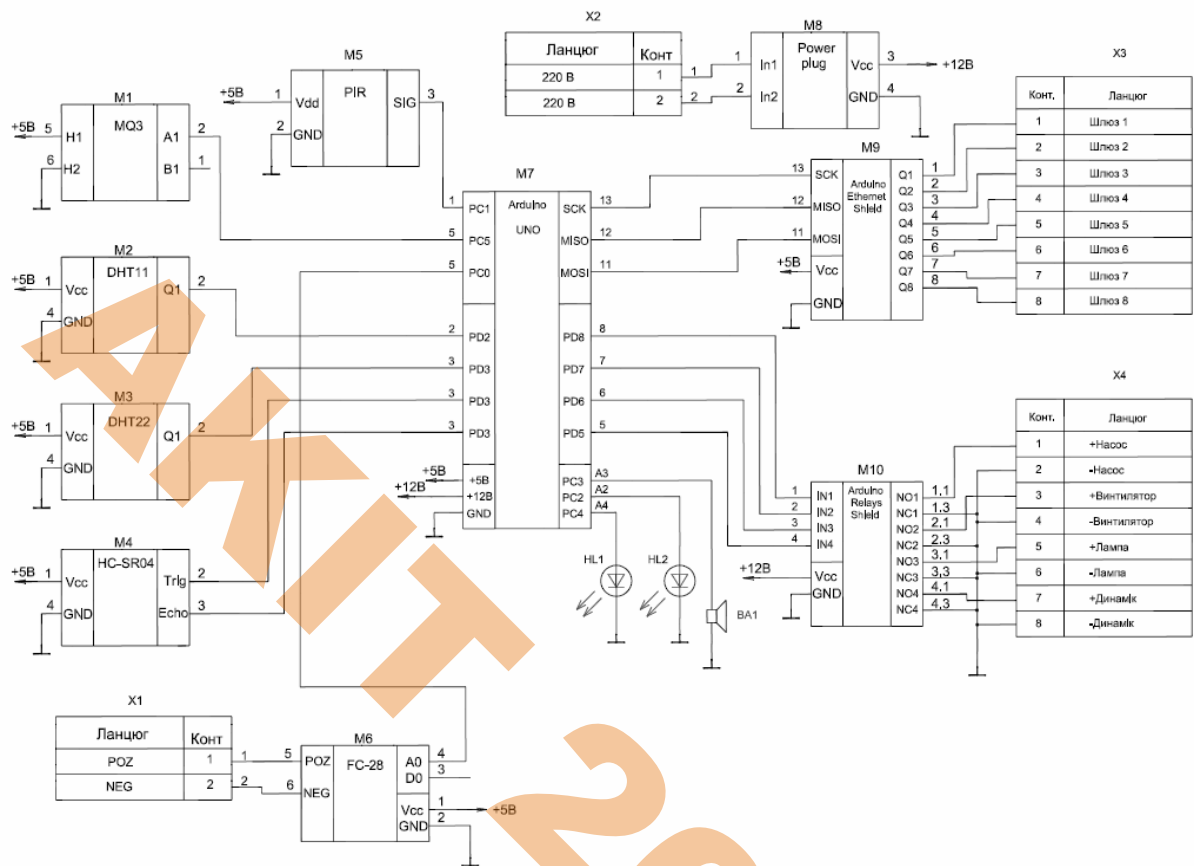


Рисунок 2.22 - Принципова схема смарт теплиці

3 АЛГОРИТМ РОБОТИ ТА ПРОГРАМУВАННЯ КОНТРОЛЕРА

3.1 Опис алгоритму роботи пристрою

1. Економія води шляхом контрольованого зрошення на основі наявної вологості ґрунту та визначення бажаного значення.

2. Енергозбереження завдяки контрольованому нагріванню та охолодженню в поєднанні з зовнішніми умовами. Він постійно порівнюється з вимірним у приміщенні та на вулиці та відповідно активує опалення або вентилятори, щоб підтримувати постійну температуру та економити енергію на основі таких умов:

А. Якщо внутрішня температура $>$ значення, яке ми встановили, а внутрішня $>$ ніж зовнішня, вентилятори на вході та випуску повітря активуються для охолодження, а нагрівання вимикається, якщо вони відкриті.

Б. Якщо зовнішня температура перевищує температуру в приміщенні, яка $>$ встановленого нами значення, активується вентиляційний отвір для охолодження, а опалення вимикається, якщо він відкритий.

В. Якщо внутрішня температура $<$ встановленого нами значення, а в приміщенні $<$ зовнішньої, активується вентилятор - забір повітря для опалення та вмикається опалення.

Г. Якщо внутрішня температура $<$ встановленого нами значення, а внутрішня $>$ ніж зовнішня, увімкнеться лише опалення.

3. Контроль та відображення умов в приміщенні (температура - вологість повітря, вологість ґрунту) і на вулиці (температура - вологість повітря) у режимі реального часу.

4. Контроль внутрішніх умов (теплиця), з вибором користувачем бажаного значення температури (обігрів) і вологості ґрунту (автоматичний полив).

5. Відстежувати та контролювати процеси системи в режимі реального часу в будь-якому місці за допомогою мобільного телефону або комп'ютерної програми.

6. Виявлення пожежі - гасіння пожежі.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

7. Виявлення руху в теплиці.

За таким алгоритмом розроблена блок – схема, що цілком відповідає заданим пунктам див. додаток А.

3.2 Програмне забезпечення Arduino IDE

Програмне середовище IDE Arduino (інтегроване середовище розробки Arduino) (рис. 3.1) складається з текстового редактора для написання коду (Text editor), області повідомлень (Message area), панелі інструментів (Tool bar) і меню (Menu bar). Він підключається до Arduino для завантаження програм і обміну даними з обладнанням.

Він заснований на Java і включає наступне:

а) Просте у використанні середовище для створення програм (так звані ескізи).

б) Приклади.

с) Бібліотеки для зв'язку різних датчиків і розширень.

г) Компілятор для складання програм (скетч).

е) Послідовний монітор, який надсилає нам інформацію з Arduino через послідовний або USB-порт.

ж) Завантажте програму (скетч) на Arduino.

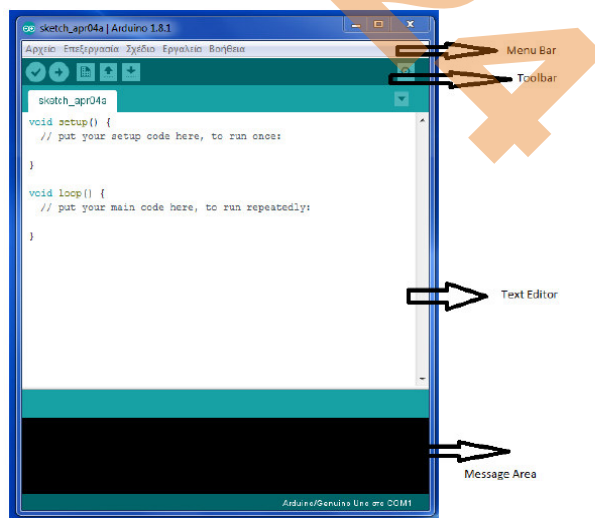


Рисунок 3.1 – Графічний інтерфейс Arduino [7]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.3 Програма Blynk для пристроїв Android, iOS і Windows

Програма Blynk була розроблена для Інтернету речей (IoT). Віддалено керує апаратним забезпеченням, підключеним до програми, відображає значення датчиків і зберігає або візуалізує дані. Програма призначена для пристроїв Android та iOS, а також комп'ютерних операційних систем, таких як Windows, за допомогою емулятора Android (Leapdroid).

Платформа складається з трьох основних компонентів (рис. 3.2):

- 1) Додаток Blynk. Додаток для пристроїв Android та iOS для керування обладнанням (у нашому випадку Arduino).
- 2) Сервер Blynk. Сервер для зв'язку між смартфоном і обладнанням.
- 3) Бібліотеки Blynk. Це код, необхідний для зв'язку між сервером і апаратними платформами.

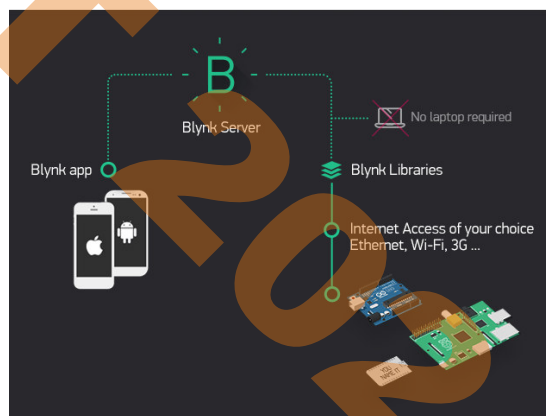


Рисунок 3.2 – Функціональна структура Blynk [8]

Також є можливість запустити сервер (Blynk Server) в локальній мережі. У цьому випадку можна працювати з програмою, без Інтернету (лише в локальній мережі).

Додаток Blynk доступний безкоштовно до максимальної кількості віджетів (2000 одиниць) (документація для Blynk, найпопулярнішої платформи IoT для бізнесу, 2020).

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

3.4 Зв'язк Arduino та Blynk

Для зв'язку між Arduino та програмою Blynk використовувалося підключення до Інтернету через Ethernet. Ethernet — це LAN (локальна мережа) і використовує протокол TCP/IP (протокол керування протоколом/протокол Інтернету). Структура повідомлення наведена на рисунку 3.3. Нижче наведено опис оригінальної специфікації Ethernet версії II, випущеної DEC, Intel і Xerox.

Перші шість байтів кадру Ethernet є адресою призначення. Адреса призначення вказує, до якого адаптера адресовано кадр даних. Адреса призначення надсилається, а потім зчитується всіма адаптерами Ethernet. Перші три байти адреси призначення призначаються IEEE постачальнику адаптера та залежать від постачальника (загальна MAC-адреса становить 6 байтів або 48 біт). Формат адреси призначення однаковий у всіх програмах Ethernet.

Наступні шість байтів є адресою джерела. Адреса джерела вказує, з якого адаптера надійшло повідомлення. Як і адреса призначення, перші три байти ідентифікують постачальника картки.

Формат адреси джерела однаковий у всіх програмах Ethernet. Після адреси джерела є 2-байтове поле під назвою Ethertype. Ethertype є аналогом SAP у кадрі 802.3, оскільки він визначає буфер пам'яті, у який цей кадр буде розміщено.

Останні 4 байти — це послідовність перевірки кадрів або CRC. Коли напруга на дроті повертається до нуля, адаптер перевіряє останні 4 отримані байти з контрольною сумою, яку він генерує за допомогою комплексного полінома. Якщо обчислена контрольна сума не збігається з контрольною сумою в кадрі, кадр відкидається.

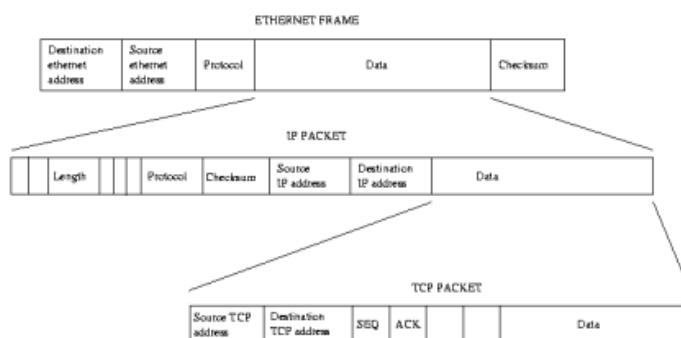


Рисунок 3.3 - Структура повідомлень TCP / IP.

Через плату розширення мережі (Ethernet shield) модуль підключається до маршрутизатора за допомогою мережевого кабелю в гніздо RJ45 і призначає IP-адресу, щоб відрізнити плату Arduino від інших підключених пристроїв.

3.5 Налаштування програми Smart Arduino та Blynk

Встановивши програму на смартфоні, а також наступні кроки, щоб ми знаходилися на етапі додавання різних компонентів для відображення або маніпулювання даними (вікно віджетів) [8]. З цього моменту додаємо:

А) Вимірювачі температури та вологості (Gauge), у якому ми визначаємо діапазон вимірювання (0-50 Температура, 0-100 Вологість) і віртуальний термінал для підключення до даних вимірювання (V6 температура, V5 вологість). У нас також є можливість вибрати колір дисплея лічильника, який може змінюватися, коли значення зменшуються або збільшуються. Ми також можемо встановити команду /pin.#/ у полі мітки, щоб вибрати відображення десяткового коми в значенні температури, або команду /pin./, щоб не відображати десяткові коми (округлення) для значення вологості. У кінці команди ми додаємо символ, який ми хочемо відображати разом із виміряним значенням (°C або %).

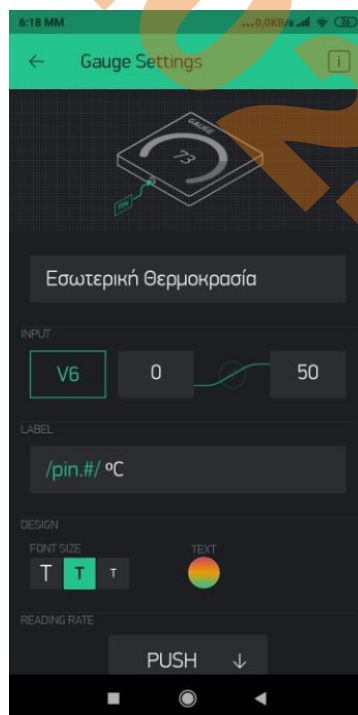


Рисунок 3.4 - Властивості датчика температури (Gauge).

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

В) Регулятори (Повзунок) температури, вологості, ми визначаємо діапазон вимірювання (16 – 25 Температура, 10 – 90 Вологість) і віртуальний термінал для підключення до даних вимірювання (V1 Температура, V7 Вологість). Тут вибір десяткових дробів здійснюється зі спадного меню.

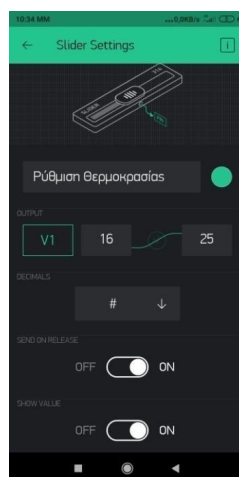


Рисунок 3.5 - Властивості повзунка температури (Slider).

С) Світлові індикатори (світлодіоди), ми визначаємо віртуальні термінали для зв'язку з даними вимірювання та кольором дисплея (V4 Air IN, V8 Air OUT, V3 Heat, V2 Water, V10 PIR, V0 Fire):

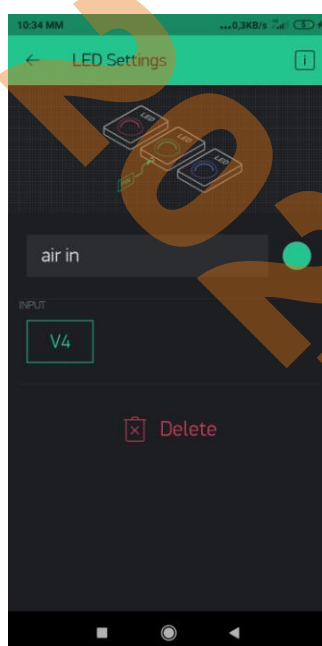


Рисунок 3.6 - Світлові індикатори (світлодіоди).

Д) Екрани відображення даних (позначене значення), ми визначаємо діапазон вимірювання, віртуальні термінали для підключення до даних вимірювання, колір дисплея, визначення десяткових дробів і символ

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

відображення, як ми аналізували раніше для датчиків (V12 зовнішня температура, V11 зовнішня вологість, V9 вологість ґрунту):



Рисунок 3.7 - Властивості відображення даних вимірювання (позначене значення).

Е) Смуга відображення по горизонталі (Рівень Н), у якій ми визначаємо діапазон вимірювання та колір, який змінюється зі зміною даних (рис. 3.8).

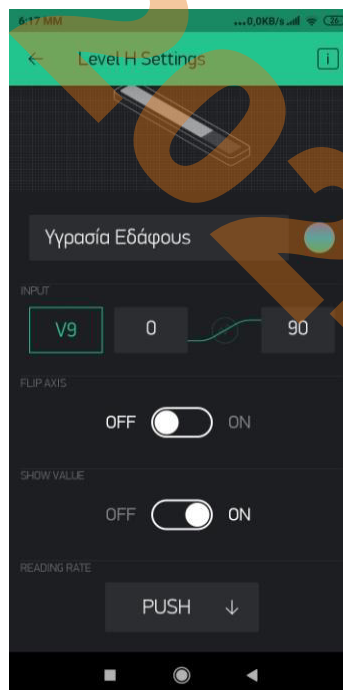


Рисунок 3.8 - Горизонтальна панель відображення (рівень Н).

Г) Графік даних (Супердіаграма), у якому ми визначаємо віртуальні термінали для підключення до даних вимірювання та різні налаштування способу

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

відображення даних графіка. Ми можемо встановити для кожного з чотирьох вхідних даних окремо колір, тип хвилі, діапазон вимірювання та знаки після коми.

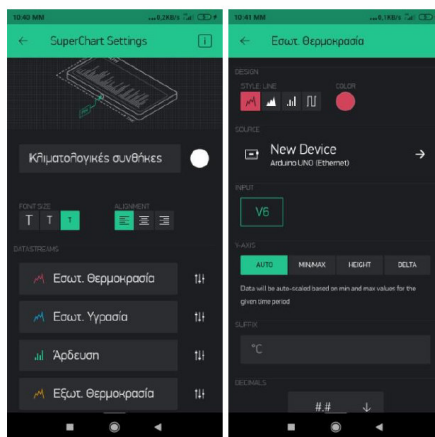


Рисунок 3.9 - Супердіаграма даних, орієнтовна конфігурація

Головний екран нашої програми (Smart) з усіма вищезазначеними елементами показаний на рис. 3.10.



Рисунок 3.10 - Головний екран програми Smart.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалаврської роботи було:

- Розроблено смарт теплицю, щоб контролювати внутрішні умови теплиці та водночас економити воду та енергію. Контроль і моніторинг умов здійснювався як локально, так і дистанційно за допомогою смартфона та комп'ютера.

- Здійснено теоретичний та практичний підхід до платформи Arduino та різних типів сенсорів. Було вирішено проблеми з програмним забезпеченням, апаратним забезпеченням і в той же час отримано знання про платформу Arduino та датчики під час цієї роботи.

- Зрештою, для кожної культури можуть бути готові програми, які вибере користувач, без необхідності коригування протягом вегетаційного періоду. Але, мабуть, найбільшим кроком у майбутнє цього агрегату було б використання машинного навчання, щоб агрегат міг постійно покращувати налаштування свого стану та без зовнішнього втручання застосовувати ідеальні умови для кожного типу культури та ґрунту.

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Список використаної літератури

1. S.M.A.R.T. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/S.M.A.R.T>. Дата звернення 01.03.2024
2. Growtronix [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.growtronix.com/cart/> Дата звернення 01.03.2024
3. Growlink [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.growlink.ag/> Дата звернення 01.03.2024 .
4. Green House Monitoring Using Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.engineersgarage.com/green-house-monitoring-using-arduino/> Дата звернення 01.03.2024
5. Smart Greenhouse: The future of agriculture [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.hackster.io/synergy-flynn-9ffb33/smart-greenhouse-the-future-of-agriculture-5d0e68> Дата звернення 01.03.2024
6. Інтернет-магазин "Ардуіно в Україні" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/> Дата звернення 01.03.2024
7. Ардуіно IDE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/software/> Дата звернення 01.03.2024
8. Low-code IoT cloud platform with user experience at its core [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blynk.io/> Дата звернення 01.03.2024

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

ДОДАТКИ

АКТИВ 2024

АКТИВ

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

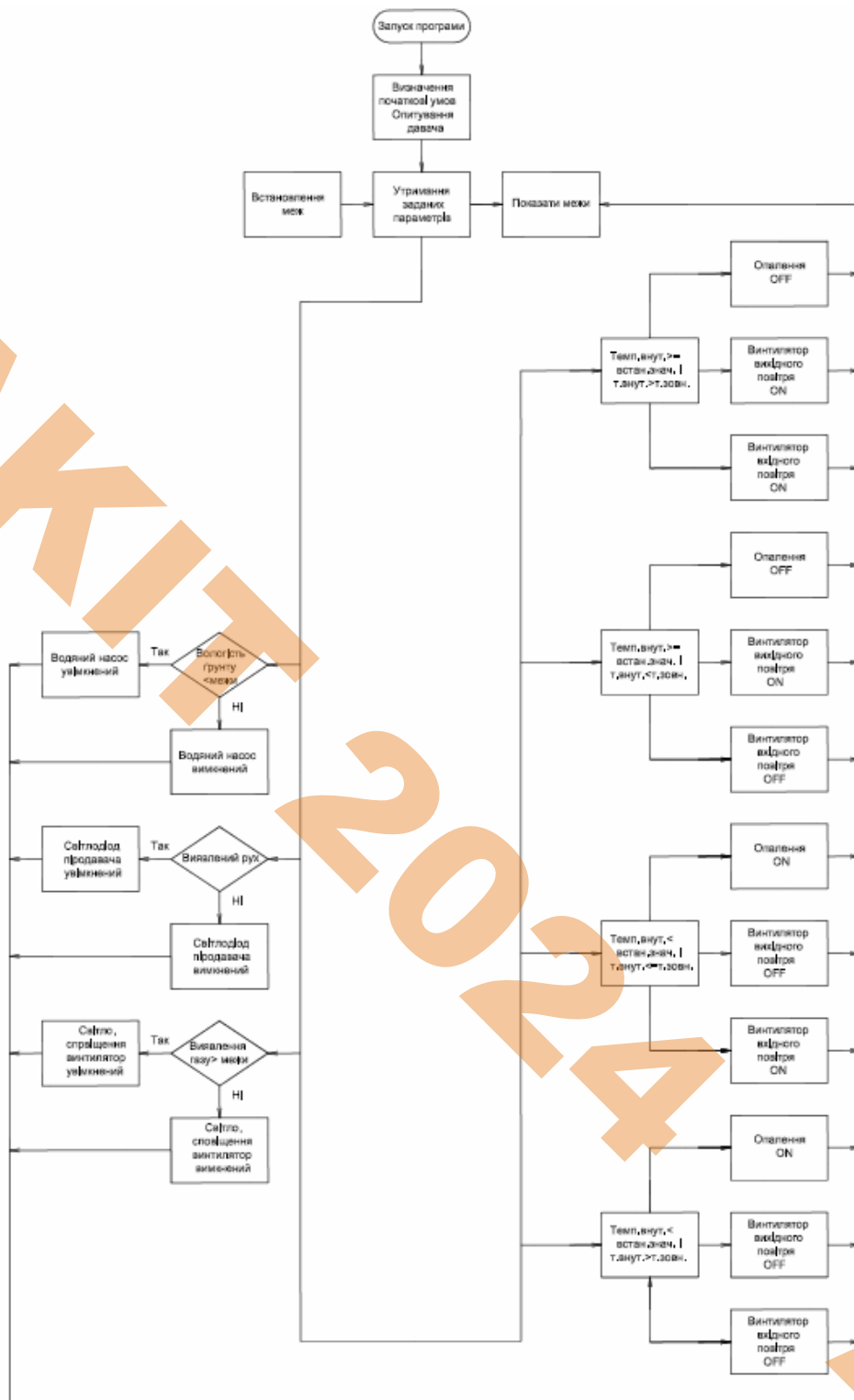
КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ

Арк.

50

Додаток А

Алгоритм



Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Додаток Б

Лістинг програми

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <BlynkSimpleEthernet.h>
#include <DHT.h>
#include "NewPing.h"

// Ви повинні отримати Auth Token у додатку Blynk.
char auth[] = "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx";

// Ця функція запускатиметься кожного разу, коли буде встановлено
з'єднання Blynk
BLYNK_CONNECTED() {
  Blynk.syncVirtual(V1, V7);
}

#define W5100_CS 10
#define SDCARD_CS 4

#define DHTaPIN 2
#define DHTbPIN 3
#define DHTaTYPE DHT11 // DHT 11)
#define DHTbTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302), AM2321
DHT dhta (DHTaPIN, DHTaTYPE); // Ініціалізація датчика DHT для
звичайного 16 МГц Arduino
DHT dhb(DHTbPIN, DHTbTYPE); // Ініціалізація датчика DHT для
звичайного 16 МГц Arduino
```

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ

Арк.

52

```

#define TRIGGER_PIN 9
#define ECHO_PIN 8
#define MAX_DISTANCE 50
NewPing сонар (TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);
float duration, distance;
int iterations = 5;
float soundsp; // Зберігає розраховану швидкість звуку в М/С
float soundcm; // Зберігає розраховану швидкість звуку в см/мс

// Виберіть свій PIN-код із фізичною кнопкою виведення
const int btn2Pin = 7;
const int btn3Pin = 6;
const int btn4Pin = 4;
const int btn5Pin = 5;
const int btn6Pin = A2;
const int btn7Pin = A4;
WidgetLED LED2(V2);
WidgetLED led3(V3);
WidgetLED LED4(V4);
WidgetLED led5(V8);
WidgetLED LED6(V10);
WidgetLED led7(V0);

BlynkTimer timer;

// Світлодіодний віджет V2 відображає фізичний стан кнопки
boolean btn2State = false;
void buttonLed2Widget()
{
    // Кнопка читання
    boolean isPressed = (digitalRead(btn2Pin) == HIGH);

```

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

// Якщо стан змінився...
if (isPressed != btn2State) {
  if (isPressed) {
    led2.on();
  } else {
    led2.off();
  }
  btn2State = isPressed;
}
}

// Світлодіодний віджет V3 відображає фізичний стан кнопки
boolean btn3State = false;
void buttonLed3Widget()
{
  // Кнопка читання
  boolean isPressed = (digitalRead(btn3Pin) == HIGH);

  // Якщо стан змінився...
  if (isPressed != btn3State) {
    if (isPressed) {
      led3.on();
    } else {
      led3.off();
    }
    btn3State = isPressed;
  }
}

// Світлодіодний віджет V4 відображає фізичний стан кнопки

```

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

```

boolean btn4State = false;
void buttonLed4Widget()
{
    // Кнопка читання
    boolean isPressed = (digitalRead(btn4Pin) == HIGH);

    // Якщо стан змінився...
    if (isPressed != btn4State) {
        if (isPressed) {
            led4.on();
        } else {
            led4.off();
        }
        btn4State = isPressed;
    }
}

// Світлодіодний віджет V5 відображає фізичний стан кнопки
boolean btn5State = false;
void buttonLed5Widget()
{
    // Кнопка читання
    boolean isPressed = (digitalRead(btn5Pin) == HIGH);

    // Якщо стан змінився...
    if (isPressed != btn5State) {
        if (isPressed) {
            led5.on();
        } else {
            led5.off();
        }
    }
}

```

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

    btn5State = isPressed;
}
}
// Світлодіодний віджет V6 відображає фізичний стан кнопки
boolean btn6State = false;
void buttonLed6Widget()
{
    // Кнопка читання
    boolean isPressed = (digitalRead(btn6Pin) == HIGH);

    // Якщо стан змінився...
    if (isPressed != btn6State) {
        if (isPressed) {
            led6.on();
        } else {
            led6.off();
        }
        btn6State = isPressed;
    }
}

// Світлодіодний віджет V7 відображає фізичний стан кнопки
логічний btn7State = false;
void buttonLed7Widget()
{
    // Кнопка читання
    boolean isPressed = (digitalRead(btn7Pin) == HIGH);

    // Якщо стан змінився...
    if (isPressed != btn7State) {
        if (isPressed) {

```

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

led7.on();
    } else {
led7.off();
    }
btn7State = isPressed;
}
}

// Визначення змінних
float temp_internal; // Зберігає значення внутрішньої температури
float hum_internal; // Зберігає значення внутрішньої вологості
float temp_external; // Зберігає значення зовнішньої температури
float hum_external; // Зберігає значення зовнішньої вологості
int state;          // Стан шпильок
int valMoisture = 0; // Зберігає значення вологи
int LimM = 25; // Зберігає значення після редагування
int LimT = 22; // Зберігає значення після редагування
float hysteresis = 0.4;

//закріпити визначення
int MoisturePin = A0; // Аналоговий штифт вологи
int Relay4_AirIn = 4; // airRelay4 Повітряний вентилятор IN
int Relay3_AirOut = 5; // airRelay3 Blower Air Fan OUT
int Relay2_Lamp = 6; // Relay2 Hot Lamp
int Relay1_Water = 7; // Relay1 Water Pump

int fire = A4; //віртуальний пін для світлодіодів
int fire2 = A3; //зумер,пумб
int smokeA0 = A5; //аналоговий вхід

```

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

BLYNK_WRITE(V1){
  LimT = param.asInt(); //записати температуру з повзунка
}

BLYNK_WRITE(V7){
  LimM = param.asInt(); //записати гул із повзунка
}

void soil()
{Blynk.virtualWrite(V9, valMoisture);}

void temp ()
{Blynk.virtualWrite(V11, hum_external);
Blynk.virtualWrite(V12, temp_external);}

void sendSensor()
{
float h = dhata.readHumidity(); //читання з DHT11
float t = dhata.readTemperature();

if (isnan(h) || isnan(t)) {
Serial.println("Не вдалося прочитати з датчика DHT11!");
return;
}

Blynk.virtualWrite(V5, h);
Blynk.virtualWrite(V6, t);
}
/*
* PIR датчик
*/

```

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```
int ledPin = A2; // вибрати контакт для світлодіода
int inputPin = A1; // вибрати вхідний контакт (для датчика PIR)
int pirState = LOW;
```

АКІТ 2024

АКІТ

					КБР.АКІТ.10428706.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59