

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

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

Ігор ЧИЧУРА

«___» _____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної магістерської роботи

на тему:

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛИЦІ

Виконала:

Габрієлла ФЕДИНЕЦЬ

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Керівник:

доцент Михайло РЯБОЩУК

(вчене звання, ім'я та прізвище)

(підпис)

Ужгород – 2023

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної магістерської роботи: 55 сторінка, 2 таблиць, 24 рисунки, 4 додатків, 19 джерела посилань

ТЕПЛИЦЯ, ВОЛОГІСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, АВТОМАТИЗАЦІЯ

Об'єкт дослідження – автоматизація теплиці, контроль параметрів і робота в автономному режимі за заданим алгоритмом вирощування відповідної культури.

Мета роботи - розробити електронний модуль автоматичного керування параметрами теплиці, яка працює на основі ПЛК.

Методи дослідження - математичне моделювання, проектування електронної монтажною схеми, розробка алгоритму та програми контролера.

Проаналізовано параметри які необхідно контролювати, приведено умови вирощування різних культур, проаналізовано сучасні автоматизовані теплиці.

Розроблено електричні схеми та просту модель теплиці. Створено алгоритм для практичного програмування контролера.

ABSTRACT

Explanatory note of the qualifying master's thesis: 55 pages, 2 tables, 24 figures, 4 appendices, 19 reference sources

GREENHOUSE, HUMIDITY, TEMPERATURE, AUTOMATION

The object of the research is the automation of the greenhouse, control of parameters and work in autonomous mode according to the given algorithm for growing the corresponding crop.

The purpose of the work is to develop an electronic module for automatic control of greenhouse parameters, which works on the basis of PLC.

Research methods are mathematical modeling, electronic assembly diagram design, algorithm development and controller programs.

The parameters that need to be controlled have been analyzed, the growing conditions of various crops have been given, and modern automated greenhouses have been analyzed.

Electrical diagrams and a simple model of a greenhouse have been developed. An algorithm for practical programming of the controller has been created.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	10
1.1 Види теплиць	10
1.2 Способи вирощування у теплиці.....	13
1.3 Системи гідропоніки	16
1.4 Догляд за рослинами у теплиці	17
1.5 Вибір рослин та планування посівів	19
1.6 Моніторинг та автоматизація	20
2 ОГЛЯД СУЧАСНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ	22
3 ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ	30
3.1 Підбір датчиків.....	30
3.2 Промисловий контролер.....	37
3.3 Сенсорна панель оператора.....	38
3.4 Елементи управління	41
4 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМ.....	43
4.1 Створення алгоритму роботи.....	43
4.2 Створення структурної схем	37
5 НАПИСАННЯ ПРОГРАМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕПЛИЦІ	46
5.1 Створення структурної схем	47
5.2 Отримання значень від датчиків і управління механізмів.....	49
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	52
ДОДАТКИ.....	55

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Автоматизація теплиці Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробила	Фединець Г.С.					У	6	55
Перевірив	Рябошук М.М							
Т. Контр.						ІТФ, кафедра ПБ, 2 курс магістр, заочна форма		
Н. Контр.								
Затвердив	Чичура І.І.							

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

кв. м.- квадратні метри

PLC - Programmable logic controller

ПЛК — програмований логічний контролер

SCADA - (абр. від англ.. Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерське управління і збір даних)

HMI - (абр. від англ. Human machine interface) людино-машинний інтерфейс

ПК - персональний комп'ютер

IoT - (абр. від англ. Internet of Things) Інтернет речей

мА – мілі амperi

В – вольти

DC – постійного струму

т.д. – так далі

°C – градусів Цельсія

% - проценти

мм – міліметри

г – грами

вент. канал. – вентиляційний канал

IP - (абр. від англ. International Protection) код захисту

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						7
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Автоматизація теплиць здатна значно підвищити ефективність і стійкість сільськогосподарського виробництва в сучасному світі, де продуктивність є ключовим завданням.

Теплиці - це платформа, де поєднуються і взаємодіють різні фактори, починаючи від клімату і закінчуючи сільськогосподарськими технологіями. Це питання особливо актуальне в країнах з екстремальними кліматичними умовами або в умовах обмеженого простору. У таких країнах тепличні технології можуть стати вирішальним фактором у подоланні продовольчої або логістичної кризи та забезпеченні стабільних поставок продукції. Така ситуація робить актуальним завдання вдосконалення та оптимізації тепличних господарств за рахунок впровадження систем автоматизації.

Автоматизація тепличного виробництва покликана забезпечити постійний моніторинг умов росту рослин та оптимізувати витрати ресурсів. Це допоможе подолати чергову кризу, кризу зміни клімату і постійно зростаючу потребу в сталому розвитку сільського господарства. Для досягнення цих цілей основним завданням даної роботи є розробка ефективної системи автоматизації тепличного виробництва, яка б урахувала всі вимоги та особливості цього особливого виробничого середовища [1, 2].

Це дослідження продиктоване не тільки практичною вигодою, а й стратегічним внеском у розвиток сільськогосподарської галузі. Нині, коли ринок слідує за кожним кроком фермера, подібні дослідження необхідні для забезпечення його конкурентоспроможності.

Мета і завдання. Основною метою даного дослідження є розробка та впровадження системи автоматизації, яка забезпечить ефективний контроль та управління умовами в тепличному середовищі. Для досягнення цієї мети передбачається вирішення низки конкретних завдань, а саме

1. Вивчення різних типів теплиць та їх особливостей.
2. Аналіз методів автоматизації теплиць.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						8
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Вибір та обґрунтування використання датчиків для збору необхідних даних.

4. Розробка необхідного програмного забезпечення для ПЛК.

Об'єкт дослідження. Тепличні комплекси, які використовуються для вирощування різних сільськогосподарських культур.

Предмет дослідження. Система автоматизації на основі ПЛК для управління умовами в тепличному середовищі.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						9
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Розглянемо найпоширеніші групи сільськогосподарських культур, на яких спеціалізуються аграрії, що мають успішний тепличний бізнес в Україні [3]:

Зелень — найпопулярніший продукт для вирощування в тепличних умовах. Зелень швидко росте, її можна вирощувати цілорічно та отримувати прибуток за рахунок стабільного попиту.

Квіти — можна вирощувати протягом усього року, проте термін реалізації надзвичайно короткий.

Овочі — найчастіше вирощують огірки, томати, капусту, які мають тривалий термін зберігання.

Ягоди — полуниця, виноград і малина дають високий врожай з малої площі.

1.1 Види теплиць

Успішний тепличний бізнес потребує якісно організованого виробництва. Сучасні види теплиць дозволяють адаптувати їх під вирощування великої кількості культур. Проте доцільно збудувати теплицю такого типу, який підходить для вирощування конкретної культури. Так ви створите оптимальні умови для рослин та отримаєте високий врожай.

Наприклад, низька теплиця підходить для вирощування зелені. В ній легко підтримувати оптимальну температуру, вона не потребує значних ресурсів для облаштування. Вирощування овочів вимагає високої теплиці та окремого приміщення для розсади.

Є універсальні теплиці, в яких сусідять кілька культур, що потребують однакових або схожих температури, способу поливу та виду субстрату [4].

Розглянемо особливості сучасних видів теплиць:

Теплиці з односкатним дахом типу «Готик» — проста конструкція з дерев'яного бруса, полікарбонату або армованої плівки. Часто зводиться як прибудова до основної будівлі. Їхня площа не перевищує 100 квадратних метрів (кв. м.). Завдяки нахилу даху, на теплиці не затримується сніг.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						10
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплиці «Venlo» — виготовляються зі сталевих профілів та алюмінієвого кріплення. Конструкція складається з колон, балок, лотків, порошкового покриття та розпірок. Це дозволяє полегшити каркас, витримувати сильний вітер та відводити воду. В них зручно вирощувати високі рослини та ті, які підв'язуються: огірки, томати тощо. Площа таких теплиць до 300 кв. м. Споруда має схили під кутом 30-40 градусів. В середині довго зберігається оптимальна температура, а повітря охолоджується повільніше, ніж в арочних конструкціях.

Ангарні — арочні теплиці, які найбільш популярні у фермерських господарствах. Площа таких теплиць сягає 3000 кв. м. Тепловтрати вищі, ніж у попередніх видів, через велику висоту та ширину теплиці.

Блокові — теплиці, які блоками прилягають одна до одної. Розміри теплиць від 10 до 30 тисяч кв. м. За рахунок зменшення витрат на будівництво, їх вважають економічно вигідними.

Тунельні — сезонні теплиці, які захищають рослини від вітру та підтримують оптимальну температуру навесні. Зимом їх не використовують.

Різноманітність видів теплиць надає сільськогосподарським підприємствам та садівникам гнучкі інструменти для оптимізації виробництва рослин [5]. Вибір конкретного типу теплиці залежить від багатьох факторів, таких як клімат, тип вирощуваних культур, доступні ресурси та бюджет. У цьому розділі ми розглянемо різні види теплиць, їх характеристики та застосування, щоб допомогти вам визначитися з найбільш підходящим варіантом для ваших цілей та умов.

При виборі теплиці важливо зважити на різноманітність матеріалів, з яких вони можуть бути виготовлені. Три найбільш популярні варіанти — плівкові, скляні та полікарбонатні теплиці — мають свої особливості та застосування.

Плівкові теплиці є найбільш доступним варіантом і користуються популярністю серед малих та середніх фермерів. Вони зазвичай мають каркас із металевих труб або дуг, а покриття — з поліетиленової плівки. Плівкові теплиці добре підходять для вирощування овочевих культур, що швидко ростуть, таких як салат, редиска, шпинат. Завдяки своїй простоті та економічності вони часто використовуються на початкових етапах фермерської діяльності.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						11
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Скляні теплиці: відрізняються міцністю та довговічністю. Вони мають прозорі скляні стіни та металевий каркас. Такі теплиці забезпечують гарний захист від зовнішніх факторів та створюють сприятливий клімат. Скляні теплиці ідеально підходять для вирощування теплолюбних рослин, таких, як помідори, перець, огірки. Вони створюють оптимальний мікрокліматичний простір для тривалого та якісного росту культур, навіть у холодні пори року.

Полікарбонатні теплиці: теплиці з полікарбонатними стінами мають гарну стійкість до зовнішніх впливів, включаючи град і сильні вітри. Полікарбонат, як матеріал, забезпечує хорошу теплоізоляцію та рівномірне розсіювання світла. Полікарбонатні теплиці часто використовуються для комерційного вирощування квітів, кактусів та овочевих культур. Вони забезпечують стійкий захист рослин і дозволяють створити оптимальні умови для зростання, навіть за мінливої погоди.

Типові характерні ознаки та характеристики розглянутих теплиць приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики розглянутих теплиць [5]

Характеристика	Плівкові теплиці	Скляні теплиці	Полікарбонатні теплиці
Прозорість	Висока	Дуже висока	Гарна
Міцність	Низька	Висока	Висока
Теплоутримання	Помірне	Висока	Висока
Вологостійкість	Помірна	Висока	Висока
Вартість	Низька	Висока	Середня
Стійкість до ударів	Низька	Низька	Висока
Стійкість до вітру	Помірна	Помірна	Висока
Ефективність світлопропускання	Залежить від якості плівки	Висока	Гарна
Технічна складність	Низька	Висока	Середня

Вибір між різними видами теплиць залежить від ваших цілей, бюджету та кліматичних умов регіону. Плануючи використання теплиці, врахуйте її матеріал,

міцність, пропускання світла та тепла, щоб забезпечити оптимальне оточення для росту рослин.

1.2 Способи вирощування у теплиці

Різні культури мають свої вимоги до вирощування, яких потрібно дотримуватися для отримання високого врожаю.

Висаджування в ґрунт — облаштовують грядки або ж висаджують рослини в окремі ємності на стелажах. Стелажі дозволяють раціонально використовувати площу, але не підходять для високих рослин. Висаджування в ґрунт найбільш наближене до природних умов — зберігаються смакові якості овочів і зелені. Це недорогий і простий спосіб, який підходить для більшості сільськогосподарських культур: огірків, томатів, салату, шпинату тощо. Серед недоліків зазначимо необхідність постійного підживлення та захисту від хвороб і шкідників.

Гідропоніка — вирощування рослин без ґрунту. Є кілька типів гідропонних систем: плаваюча платформа, гнотова, періодичного затоплення та живильного шару. Рослини отримують поживні речовини не з ґрунту, а через воду чи повітря (створення туману з необхідних мінералів і вітамінів). Це одна з найбільш економічно вигідних систем, яка дозволяє отримувати максимальну ефективність від використання ресурсів. Субстрат (поролон, мінеральна вата, торф, щебінь) обирається відповідно до культури. Технологія підходить для вирощування овочів, зокрема томатів, капусти, кабачків, петрушки, кропу, базиліку, руколи, салату. Зелень зазвичай вирощують методом аеропоніки. Недоліком гідропоніки є дещо ненасичений смак овочів і зелені.



Рисунок 1.1 – Приклад теплиці із гідропонікою [4]

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Види гідропоніки: аеропоніка; хемопоніка; іонітопоніка. Розглянемо їх детальніше.

Аеропоніка - при цьому виді вирощування коренева система міститься в спеціальні затемнені камери, в які через певні проміжки часу розпорошуються поживні речовини. Ця система вважається однією з найбільш високотехнологічних і хороша тим, що коріння постійно одержує кисень. Будь-які рослини, які використовують цей метод вирощування, дуже швидко ростуть і плодоносять. Використання різних субстратів (жвір, щебінь, керамзит, торф). Головна вимога – субстрат має бути добре проникним для води та повітря. Субстрати повинні мати нейтральне або слабокисле середовище, не вступати в реакцію з іншими хімічними сполуками [4].



Рисунок 1.2 – Приклад теплиці із гідропонікою

Хемопоніка - у цьому випадку замість ґрунту використовуються речовини, до складу яких входить торф, мох та інші органічні матеріали.

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рисунок 1.3 – Приклад теплиці із хемопоніка

Іонітопоніка – як субстрат використовуються іонообмінні матеріали. Спочатку іонітопоніка розроблялася для вирощування рослин на арктичних станціях, підводних човнах, космічних кораблях та інших екстремальних умовах.

При вирощуванні розсади та квітів методом іонітопоніки замість звичайного субстрату використовують іонообмінний матеріал. Цей метод спрощує догляд за культурою, стимулює зростання та розвиток. В іонному субстраті немає необхідності пересаджувати паростки, прополювати, розпушувати чи вносити підживлення.



Рисунок 1.4 – Приклад іонітопоніки

Основна відмінність іонопоніки з інших методів – використання спеціальних субстратів. Вони довго зберігають поживні речовини та поступово віддають їх кореневій системі рослин, замінюючи продуктами обмінних реакцій. Тому для поливу використовують звичайну воду, без додавання до неї мінеральних добрив. Зволоження ґрунту в цьому випадку – обов'язкова процедура. Для іонного обміну необхідне водне середовище.

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.3 Системи гідропоніки

Гідропонну систему зазвичай ділять п'ять основних груп. Хоча сьогодні відомо набагато більше. Чотири з них набули широкого поширення.

Використання системи крапельного зрошення. Він широко використовується через свою простоту. Поживні речовини подаються насосом, до якого прикріплені трубки. Насос керується спеціальним таймером, що прикріплений до нього. Цей метод вважається найпростішим, він вимагає вимірювання рівня кислотності. Однак при використанні методу краплинного зрошення іноді слід подавати повітря у кореневу систему.

Періодичне затоплення – згідно з цією методикою коренева система рослин через певні проміжки часу заливається спеціальними складами з поживними речовинами, використовується насос. Залишки речовини повертаються в резервуар самопливом. Процес регулюється таймером. Рослини можна розміщувати на спеціальних платформах, прикріплених до контейнерів для затоплення або безпосередньо в субстратах. Недоліком цієї системи є повна залежність від електрики.

Система кормових верств. Суть методу в тому, що розчин із поживними речовинами постійно знаходиться на дні ємності. У такий спосіб забезпечується постійне харчування рослин. Цей спосіб максимально простий через відсутність таймера подачі та насоса.

Метод плавучої платформи. Рослини розміщують на платформах, що у розчинах. Це найпростіша система. Коренева система постійно перебуває у поживних розчинах. Оптимальний для вирощування рослин, що люблять багато води.

Комбінована система — поєднує метод гідропоніки та висаджування в ґрунт. До суміші ґрунту з торфом додають краплинний розчин. Це дозволяє отримати хороший врожай, зі збереженням смакових якостей. Мінусом є вартість технології — вона втричі дорожча за гідропоніку та ґрунтове вирощування [4].

Кожну теплицю потрібно обладнати системами опалення, автоматичного поливу, освітлення та вентиляції. Це дозволить ефективно вирощувати культури або змещувати збір врожаю на потрібний термін.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						16
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організовуючи систему поливу, варто зважати на особливості вирощування культури. Так, для овочів потрібен краплинний полив, а для зелені — зволоження коренів. Систему опалення становлять батареї. Вони не пересушують повітря та рівномірно прогрівають приміщення [5]. Рослини отримують потрібний температурний режим, незалежно від погоди за вікном. Щоб заощадити на опаленні, в приміщенні встановлюють систему зашторювання.

Різні рослини потребують різної кількості світла, тож правильно обрана система освітлення дозволить швидше отримати якісний врожай.

1.4 Догляд за рослинами у теплиці

Турбота про рослини у теплиці – це не просто обов'язок, а й мистецтво. Коли рослини вирощуються в контрольованому середовищі, яке надають теплиці, це відкриває широкий спектр можливостей для максимізації врожайності та якості продукції. У цьому розділі ми розглянемо важливі аспекти догляду за рослинами в теплиці, починаючи від поливу та добрив, і закінчуючи боротьбою зі шкідниками та створенням оптимального клімату для їхнього процвітання.

Вентиляція та управління кліматом. Створення оптимального клімату в теплиці є ключовим аспектом успішного вирощування рослин. Вентиляція та управління кліматом відіграють вирішальну роль у забезпеченні росту та розвитку рослин, а також у запобіганні перегріву або переохолодженню.

Вентиляція в теплиці здійснює обмін повітря між внутрішнім та зовнішнім середовищем. Вона дозволяє уникнути перегріву, вивітрює вологу, зменшує концентрацію вуглекислого газу та забезпечує доступ рослин до свіжого повітря. У жарку пору року, коли температура в теплиці може піднятися до високих значень, правильна вентиляція знизить ризик опіків на рослинах і запобігає перегріву.

Управління кліматом включає контроль за температурою, вологістю та освітленістю всередині теплиці. Для цього використовуються системи обігріву, охолодження, зволоження та освітлення. У холодні місяці обігрівальні системи підтримують оптимальну температуру для росту рослин, дозволяючи їм продовжувати розвиватися в умовах, які за межами теплиці були б занадто

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						17
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

холодними. Важливо також забезпечувати достатнє освітлення, особливо в зимові місяці, коли денне світло скорочено. Штучне освітлення може стимулювати зростання та цвітіння рослин, що особливо корисно для вирощування квітів та інших культур.

Сучасні теплиці часто оснащені автоматичними системами, які регулюють вентиляцію, температуру та інші параметри клімату, ґрунтуючись на датчиках та програмуванні. Це дозволяє забезпечувати оптимальні умови для росту рослин незалежно від часу доби та змін погоди.

Ефективна вентиляція та керування кліматом у теплиці забезпечують необхідні умови для рослин, сприяючи їх здоровому розвитку та максимальної врожайності.

Регулярний полив та підгодовування рослин – ключові аспекти догляду за рослинами у теплиці. Вони забезпечують рослини необхідною вологою та поживними речовинами, сприяючи їх здоровому зростанню, розвитку та врожайності.

Полив – це одна з основних функцій теплиці, особливо в умовах клімату. Рослини в теплиці можуть бути більш чутливими до змін вологості, тому регулярний і правильно дозований полив відіграє важливу роль. Рослини можуть вимагати різного обсягу води у різні періоди свого розвитку. Молоді сіянці можуть потребувати більш частого і легкого поливу, щоб уникнути пересихання, в той час як рослини, що встановилися, можуть більш ефективно використовувати помірну кількість вологи.

Поживні речовини – ключовий елемент зростання рослин. У теплиці важливо приділяти особливу увагу добрив, оскільки контрольовані умови можуть призвести до швидкого вичерпання поживних речовин у ґрунті. Азот, фосфор та калій (NPK) – основні макроелементи, які рослини одержують із добрив. Важливо підбирати добрива відповідно до потреб конкретних культур. У гідропонних системах поживні речовини надходять безпосередньо до коріння рослин у вигляді розчину, що дозволяє ефективно керувати живленням рослин.

Регулярне добриво може бути адаптовано до потреб рослин у різні періоди їхнього життєвого циклу. Застосування органічних та мінеральних добрив

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						18
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомагає підтримувати родючість ґрунту та забезпечувати рослини всім необхідним для здорового росту.

Слід пам'ятати, що надлишкове поливання або неправильне добриво також можуть завдати шкоди рослинам, тому важливо стежити за реакцією рослин на ці процеси та регулювати їх, виходячи з їхніх потреб.

Регулярний полив та добрива у поєднанні з іншими аспектами догляду за рослинами допоможуть створити оптимальні умови для їх успішного зростання, розвитку та врожайності у теплиці.

1.5 Вибір рослин та планування посівів

Вибір відповідних культур для вирощування в теплиці – це важливий крок, який визначає успіх всього виробництва. Тепличні умови забезпечують оптимальні параметри клімату, що дозволяє вирощувати широкий спектр культур навіть у несприятливу пору року. У таблиці 1.2 приведенні основні ознаки для вирощування відповідної культури для отримання високого врожаю.

Таблиця 1.2 - основні ознаки вирощування тепличних культур [5]

Культура	Тривалість ростового циклу	Кліматичні переваги	Вид теплиці	Простір та висота теплиці	Потреби у догляді
Томати	60-90 днів	Тепло, світло	Полікарбонатні	Середня висота, вертикальні опори	Регулярний полив, підживлення
Огірки	50-70 днів	Тепло, вологість	Полікарбонатні	Вертикальне вирощування, горизонтальні полиці	Інтенсивний полив, підживлення
Салат	25-50 днів	Прохлада, світло	Плівкові	Горизонтальні полиці	Помірний полив, підживлення
Базилік	60-90 днів	Тепло, світло	Полікарбонатні	Горизонтальні полиці	Помірний полив, підживлення
Перці	60-90 днів	Тепло, світло	Скляні	Середня висота, вертикальні опори	Регулярний полив, підживлення
Шпинат	35-50 днів	Прохлада, світло	Плівкові	Горизонтальні полиці	Регулярний полив, підживлення
Кабачки	40-60 днів	Тепло, вологість	Полікарбонатні	Горизонтальні полиці	Інтенсивний полив, підживлення

Відповідні культури для теплиці. У теплиці можна успішно вирощувати різноманітні овочі, зелень, квіти, ягоди та навіть деякі дерева. Однак, вибір культур залежить від багатьох факторів: клімату регіону, доступних ресурсів, ринкового попиту та інших аспектів. Теплиці ідеально підходять для вирощування томатів, перців, огірків та баклажанів. Контрольовані умови дозволяють створити оптимальний мікроклімат, який сприяє високій урожайності та якості продукції. Також у теплицях можна вирощувати квіти, такі як троянди, хризантеми або лілії, забезпечуючи ідеальні умови для довгого та барвистого цвітіння.

Планування ротації культур – це розстановка культурних рослин у просторі та часі таким чином, щоб мінімізувати ризик захворювань, шкідників та вичерпання ґрунту. Це важлива стратегія підтримки здоров'я рослин і збільшення врожайності. Якщо в теплиці вирощувалися томати цього сезону, наступним кроком може бути вирощування зелені або квітів. Це дозволяє уникнути перенесення хвороб та шкідників, специфічних для томатів. Правильна ротація також сприяє покращенню родючості ґрунту. Культури з різними потребами до поживних речовин можуть ефективніше використовувати ресурси, що запобігає вичерпання ґрунту. Для гідропонних систем планування ротації культур також важливо, щоб не перевантажувати систему однотипними поживними елементами і запобігти розвитку паразитичних організмів.

Вибір культур та планування ротації вимагають аналізу безлічі факторів та стратегічного підходу. Спільне використання різних культур у теплиці та раціональне планування посівів допоможуть забезпечити стійке та високопродуктивне сільськогосподарське виробництво.

1.6 Моніторинг та автоматизація

Сучасні технології дозволяють впровадити високий рівень моніторингу та автоматизації у процеси догляду за рослинами у теплиці. Це не лише спрощує роботу фермерів, а й сприяє підвищенню ефективності та якості виробництва.

Моніторинг передбачає безперервне спостереження за різними параметрами теплиці, такими як температура, вологість, рівень CO₂, освітленість та інші.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						20
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Датчики та системи моніторингу дозволяють фермерам отримувати реальні дані про стан рослин та умови їх зростання. Системи моніторингу можуть сповіщати фермера про різку зміну температури або вологості, що дозволяє швидко реагувати на несприятливі ситуації та запобігати збиткам для рослин.

Автоматизація надає можливість керувати різними процесами у теплиці з використанням програмних рішень та автоматичних систем. Це може включати автоматичний полив, регулювання температури, освітлення і навіть підгодовування рослин. Системи автоматичного поливу можуть ґрунтуватися на даних із датчиків вологості ґрунту. Коли вологість знижується до певного рівня, система автоматично починає поливати рослини. Автоматична система регулювання температури може містити охолодження або обігрів залежно від попередньо заданих параметрів.

Автоматизація дозволяє оптимізувати ресурсне використання, забезпечувати постійне дотримання оптимальних умов зростання рослин і знижувати ризики людської помилки. У гідропонних системах автоматичне керування може підтримувати необхідне співвідношення поживних речовин у розчині, що забезпечує завжди оптимальні умови харчування.

Моніторинг та автоматизація у теплиці не тільки підвищують ефективність вирощування, а й скорочують витрати на ресурси, забезпечують якісний та стабільний урожай, а також дозволяють більш точно реагувати на зміни у навколишньому середовищі.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						21
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОГЛЯД СУЧАСНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Тепличні системи в наш час стають все більш популярними. Урожайність залежить від багатьох факторів, у тому числі від умов навколишнього середовища. Автоматизована система управління теплицею може збільшити врожайність сільськогосподарських культур і скоротити робочу силу.

Автоматизована система теплиці на основі akYtec

Основним завданням системи управління є моніторинг життєво важливих параметрів всередині теплиці: рівня освітленості, температури і вологості. Це дозволяє підібрати оптимальний варіант контролю для створення сприятливих умов вирощування. Ці параметри можна регулювати для отримання найбільшого врожаю сільськогосподарської продукції [6].

Системи забезпечують дистанційний моніторинг і керування різними приводами водопостачання або освітлення. Робочі параметри оновлюються та зберігаються в архіві. Інформація використовується для аналізу, прийняття рішень та уникнення нестандартних ситуацій. Система SCADA та контролер фіксують усі зміни параметрів та несправності одночасно.

Найпоширенішим джерелом водопостачання є свердловини з глибинними насосами, розташовані поблизу комплексу. Вода використовується для технологічних потреб, поливу теплиць, промивання фільтрів. Водопровідна система повинна бути обладнана буферною ємністю і водозбірниками з проміжною насосною станцією. Вода зі свердловин фільтрується від механічних і хімічних домішок. Зв'язок між свердловинами, насосною станцією, фільтром, резервуарами і пультом управління здійснюється по радіо. Для безперебійного прийому радіосигналу в кожній точці повинен бути встановлений ретранслятор. Систему управління водопроводом зручніше буде розділити на кілька шаф управління за наступними технологічними завданнями: головна шафа, шафи управління резервуаром, колодязем, насосами. Оператор може контролювати стан датчиків і виконавчих механізмів, задавати режими роботи в системі SCADA,

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						22
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отримувати звіти в табличній і графічній формі. Панелі оператора показують стан виконавчих механізмів, датчиків, сигналів тривоги, рівень заповнення буферної ємності та резервуара для води. Час увімкнення/вимкнення насосів фіксований. Можна повідомити споживання води та час роботи кожного насоса.

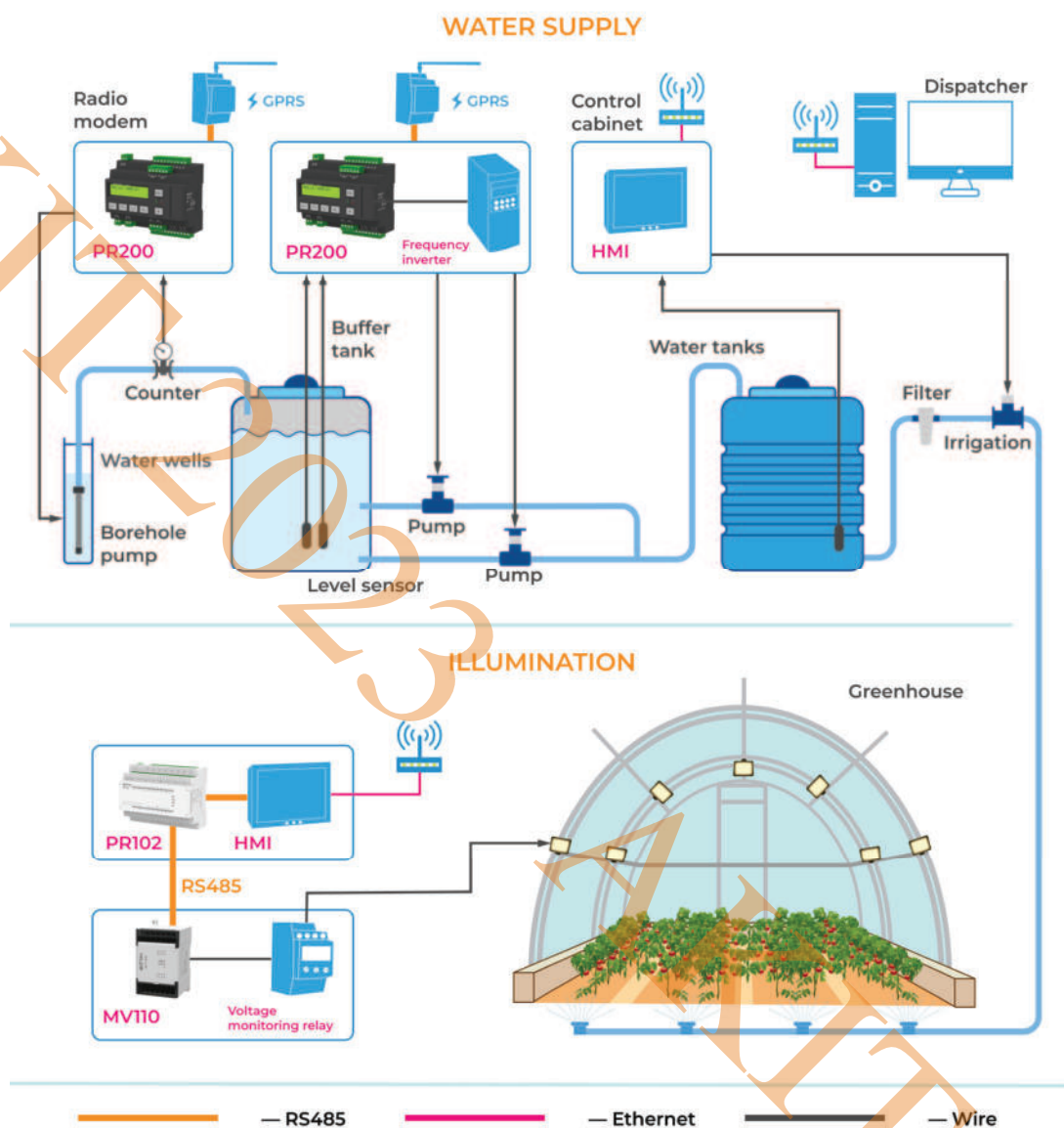


Рисунок 2.1 – Концепція автоматизованої системи теплиці akYtec [6]

На контролері також можна змінювати параметри та контролювати роботу. Система водопостачання теплиці може забезпечити:

- одночасна або послідовна робота насосів;
- підтримання запасів води у водосховищах;
- облік кількості спожитої води в кожній свердловині з автоматичною звітністю;

контроль стану приводу та рівня води в резервуарах в режимі реального часу;

місцеве та дистанційне керування насосами;

захист насосів від перевантаження і поганої якості електропостачання;

захист насосів від сухого ходу;

отримання інформації з лічильника води;

контроль роботи колодязних і переливних насосів;

протоколювання часу роботи кожного насоса;

створення журналу подій.

Поняття системи автоматичного керування освітленням теплиці

Більшість овочевих культур добре розвиваються при освітленні 15-20 тис. лк. Люкс — це одиниця освітленості, яка вимірює світловий потік на одиницю площі. Таке освітлення спостерігається в сонячну погоду з березня по серпень. Нестача природного освітлення восени і взимку ускладнює вирощування овочів. Штучне освітлення вирішує цю проблему і дозволяє підтримувати оптимальний рівень освітленості незалежно від пори року і тривалості дня.

Шафа автоматичного керування освітленням керує ламповими групами в кожній теплиці. Інформація про поточний стан освітлення відображається на встановленій в ньому панелі НМІ. З цієї панелі можна керувати освітленням в ручному режимі - вмикаючи/вимикаючи будь-який ряд світильників. Перевагою автоматизованої системи управління є підвищення ефективності освітлювальних систем і зниження пікових струмів при включенні ламп.

Система моніторингу теплиць

Опис проекту. Один із наших клієнтів, який вирощує плодові та ягідні культури в теплицях, попросив систему моніторингу теплиці.

Для кожної теплиці були об'єкти моніторингу та контролю, такі як: датчики температури та вологості, клапани зрошення/туману та приводи вікон [7].

Для кожного клапана та приводу також потрібен контроль за розкладом і рецептом, а також контроль температури для приводів. Компанія приймала рішення, яку структуру для системи моніторингу вибрати:

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						24
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікроконтролери із «закритим» протоколом зв'язку. Системний інтегратор, який використовує ці контролери, запропонував послугу розробки додатків для проекту. Хоча контролери українського виробництва мали привабливу ціну, були й мінуси – висока вартість розробки програми та повна залежність від інтегратора.

PLC плюс панель HMI. «Мінус» цього вибору полягав у тому, що панель HMI не може обробляти кілька з'єднань (ані багато COM-портів, ані com-порт з багатьма мережевими пристроями), тому ПЛК може бути лише централізованим із дорогим віддаленим вводом/виводом (оскільки кожен віддалений вхід/вивід база має свій комунікаційний модуль) або громіздкий кабель для сигналів від усіх теплиць. Варіант «PLC + панель HMI», встановлений для кожної теплиці, також був відкинутий як дорогий. (і все одно це потребує певного наглядового рівня).

Система SCADA з віддаленим введенням/виведенням. SCADA для замовника означало б вибір компонентів SCADA, ліцензування, виділений ПК для інсталяції SCADA, довгий «навчання» для розгортання та розробки проекту, хоча графік проекту був жорстким, тому шукали готове рішення.

Одним із критеріїв вибору обладнання були датчики температури та вологості з 1-провідним інтерфейсом, що дозволило спростити розводку кабелів та ще більше знизити вартість.

Іншим важливим критерієм була можливість для користувача контролювати кожну теплицю в її місці, всередині приміщення за допомогою локального HMI або планшетного персонального комп'ютера ПК.

Прийняття рішення щодо структури системи

Після розгляду всіх можливостей, враховуючи простоту, гнучкість, масштабованість і вартість, було знайдено найкращу структуру як централізоване керування всіма теплицями з одного контролера інтеграції WebHMI і віддаленого введення/виведення з Modbus RTU RS-485 (виробництва AKON) у кожній теплиці. Ця структура відповідає всім критеріям.

Конструкція має такі переваги:

WebHMI має всі необхідні функції – компактну апаратну платформу та вбудовану SCADA.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						25
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проста топологія та кабельне підключення – одного кабелю RS-485 достатньо, щоб охопити всі теплиці.

Масштабованість – для подальшого розширення ємності вводу/виводу достатньо додати до шини ще один модуль.

Просте рішення HMI для кожної теплиці – будь-який мобільний пристрій виконає цю роботу, а також простий HMI через Інтернет.

Структура системи з WebHMI [7]

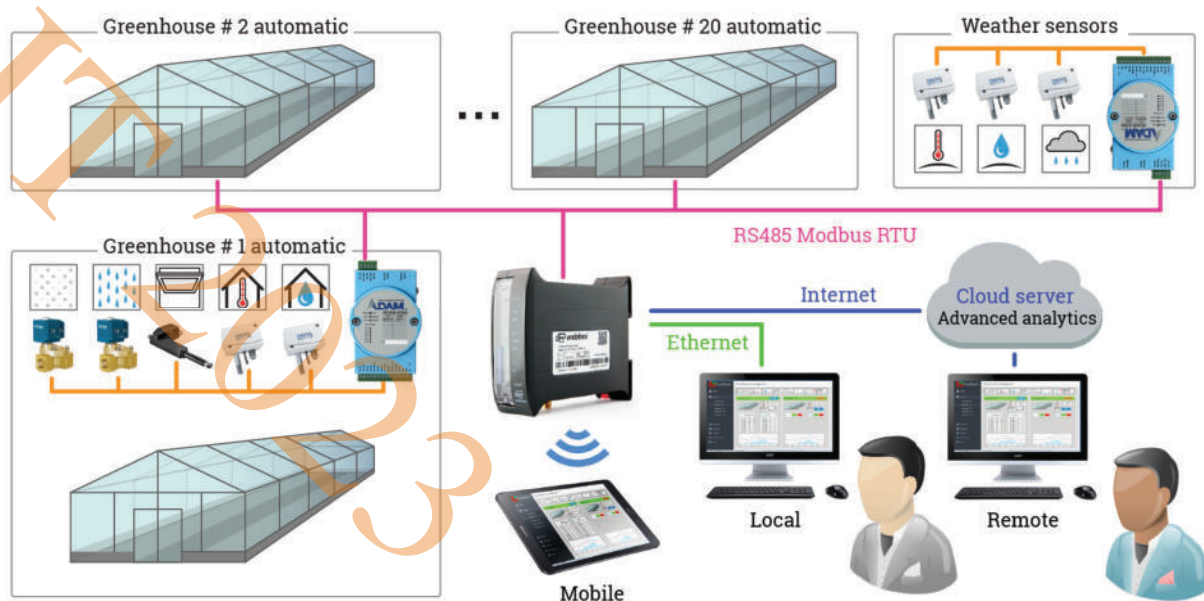


Рисунок 2.2 – Структура системи з WebHMI [7]

Корпуси з дистанційним входом/виходом для 1-проводу, положенням приводів і релеємним виходом для клапанів – у кожній теплиці.

Центральний корпус з модулем WebHMI, дистанційним модулем вводу/виводу для датчиків зовнішньої погоди (температура, вологість, опади).

Переваги:

1. Ненадмірне рішення «все-в-одному» – дистанційне ручне або автоматичне керування для всіх теплиць, рецепти, графіки та звіти, сповіщення, без PLC, панелі HMI, сервер для SCADA.

2. Легкий доступ для оператора в будь-якій теплиці з мобільного або планшета.

3. Легкий доступ з Інтернету

4. Завдяки функції віддаленого доступу до сервісу всі роботи з пусконаладжувальних робіт після установки обладнання виконувалися дистанційно.

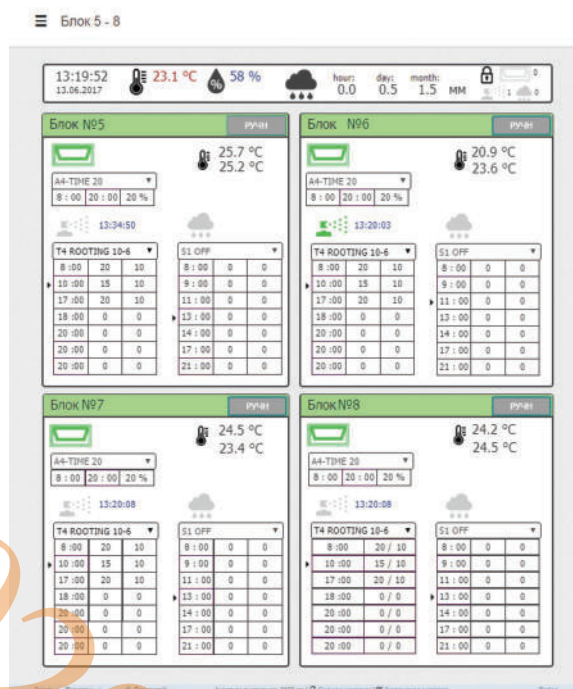


Рисунок 2.3 – Інтерфейс оператора [7]

Як наслідок 1..4, проект було реалізовано в короткі терміни з мінімальними витратами.

Рішення для автоматизації теплиць

Тепличне вирощування займає дуже важливу роль у сучасному сільському господарстві. Оскільки теплиця зазвичай оснащена різним високотехнологічним обладнанням, управління, як правило, дуже складне. Повністю автоматизовані системи управління теплицею приносять очевидні переваги, такі як економія робочої сили, але, що набагато важливіше, вони дозволяють покращити якість продукції та збирати інформацію, що допоможе отримати прибуток або зазнати значних збитків.

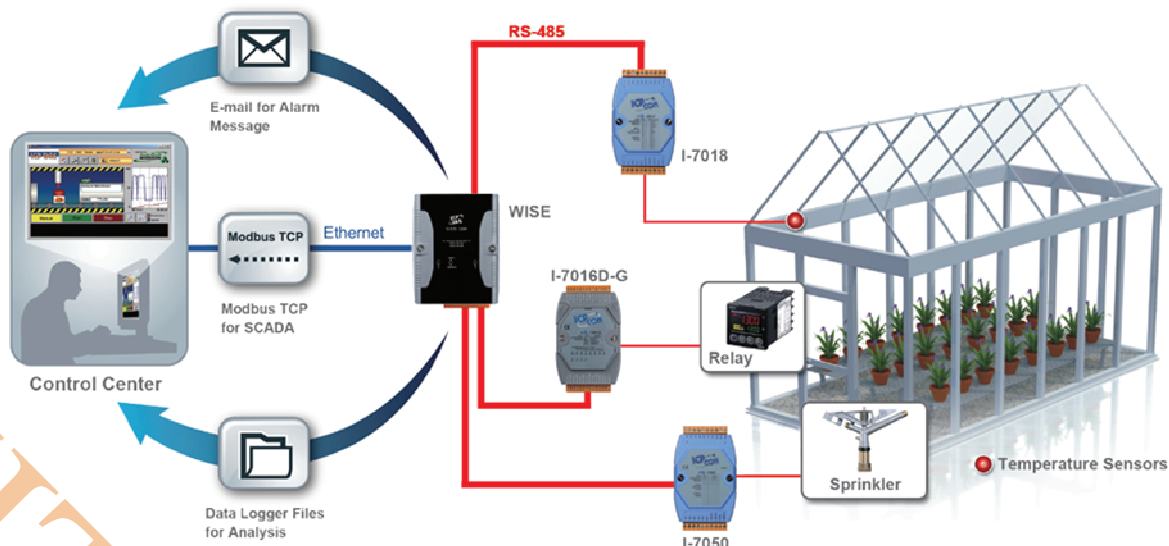


Рисунок 2.4 – Структурна схема [8]

WISE дозволяє підключатися до різних модулів вводу/виводу для входів термопар, що дозволяє в реальному часі контролювати температуру та вологість у теплиці; модуль DO можна підключати до різних тепличних приміщень. Він у режимі реального часу визначає стан теплиці та у відповідь на підключені датчики; система керування автоматично регулюватиме положення вентиляційних отворів, вентиляторів, опалення, запотівання, затінення, освітлення, частоту зрошення, рівень поживних речовин для зрошення та рівень CO₂ тощо. Контролер WISE не втомно відстежуватиме ключові фактори навколишнього середовища, які впливають на якість врожаю, і вноситиме постійні зміни, виробник не може досягти такого ж рівня консистенції. Крім того, контролер WISE також підтримує протоколи Modbus і IoT, щоб інформацію можна було миттєво передати в центр управління та зробити моніторинг загального стану кожної теплиці в реальному часі більш ефективним.



Рисунок 2.5 – Супутні товари [8]

Удосконалений комплект контролера теплиці

Повністю контролювати та автоматизувати всі аспекти теплиці: температура/вологість, зрошення, вологість ґрунту, вентиляційні отвори, вентилятори, насоси, зрошувальні клапани, освітлення, погода тощо.

Предмети в наборі:

Главний контролер X-420. Підтримує до 64 точок введення/виведення з інших модулів ControlByWeb

До 8 температур і вологості: відстежуйте температуру та вологість за допомогою одного датчика

4 аналогових входи: Для моніторингу датчиків вологості ґрунту

2 цифрові входи/виходи: Для керування зрошувальними клапанами, вентиляторами, вентиляційними отворами тощо.

1 частотний вхід: Для моніторингу датчиків швидкості вітру X-417. Модуль аналогового виведення. 8 настроюваних аналогових виходів для керування VFD

Зонд температури та вологості. Вимірює температуру та вологість одним датчиком

Джерела живлення. Живить X-420 і X-417

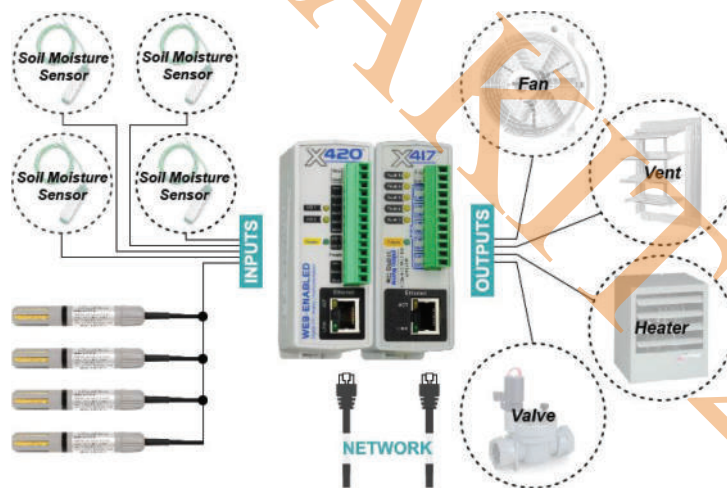


Рисунок 2.6 – Структурна схема автоматизованої системи [9]

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						29
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ

Для створення систем автоматичного керування (САК) мікрокліматом теплиці застосовується таке технологічне обладнання: датчики, виконуючи механізми, контролер.

Для виконання автоматизації необхідно підібрати блоки за допомогою яких буде реалізоване керування теплицею.

3.1 Підбір датчиків

Датчик вологості ґрунту RIXEN MTR-731



Рисунок 3.1 – Датчик вологості ґрунту RIXEN MTR-731 [10]

Датчик вологості ґрунту RIXEN MTR-731 (трансмiтер) призначений для вимірювання та постійного контролю вологості ґрунту. Технічні характеристики MTR-731 та MTR-732 приведені у табл.3.1.

Особливості:

4 ~ 20 мА, або 0 ~ 2 В DC вихід.

Водозахищений корпус із нержавіючої сталі з рівнем захисту IP65

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						30
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електрод з нержавіючої сталі SUS304

Широкий діапазон напруги для живлення: 12 ~ 40 В DC.

Просто монтується, легко калібрується.

Області застосування: сільське господарство, харчова промисловість, вимірювання вологості ґрунту, піску, тирса, целюлози, компосту, порошку, будівельних матеріалів, і т.д.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики MTR-731 та MTR-732 [10]

Модель	MTR-731	MTR-732
Діапазон вимірювання	0,0 ~ 100 % шкала Абсолютна вологість 6,0 ~ 56,0 % WME*	Температура: -40 ~ 60 °C, 20 ~ 80 °C, 0 ~ 100 °C Вологість: 0,0 ~ 100 % шкала Абсолютна вологість 6,0~56,0 % WME
Точність (при 25 °C)	Вологість ±2 %	Температура ±0,4 °C Вологість ±2 %
Стабільність	краще ніж 1% на рік	
Температурна компенсація	±0,02 %/°C	
Час відгуку	близько 3 секунд	
Вихід Вологість: 0,0 ~100 % Температура: -40 ~ 60 °C	Вихід 4 ~ 20 мА, двофазний	Температура: вихід 4 ~ 20 мА, двофазний; напруга 0 ~ 2 В DC для фази
		Вологість: вихід 4 ~ 20 мА, двофазний
Блок живлення	12 ~ 40 В DC, > 120 мА	
Робоча температура	-40 ~ 60 °C	
Вага	Близько 190 г	
Габарити	Прилад: діаметр 90 мм, товщина 54 мм Електрод: діаметр 8мм, довжина 150 мм Довжина електрода може бути індивідуальною	

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ

Арк.
31

Датчик температури та вологості промисловий RS485 Modbus

Високочутливий датчик температури та вологості у промисловому виконанні, із захистом вимірювального елемента. Підтримує адресний доступ протоколу Modbus RS485. Можливе підключення до 127 датчиків на одну лінію. Ідеально підходить для застосування у теплицях, гроубоксах, складських приміщеннях, вентиляційних установках тощо. Можливий накладний монтаж або вбудовування у вент. канал.



Рисунок 3.2 – Датчик промисловий RS485 Modbus [11]

Переваги: вимірювання температури, вологості та точки роси; висока точність та стабільність вимірювань; захисний ковпачок із спеченої міді для захисту чутливого елемента та збільшення терміну служби; Сенсор SENSIRION.

Характеристики:

Інтерфейс: RS485 Modbus;

Живлення: 3.6-24V DC;

Точність:

Range:0-100%, Resolution:0.01%, Accuracy:+/-3% RH

Range: -40 ~ 80 ° C, Resolution: 0.01 ° C, Accuracy: +/-0.3 ° C

Захист: IP56

Розміри: 108мм x 16мм

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						32
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Промисловий датчик температури та вологості ПВТ100

Промисловий датчик температури та вологості ПВТ100 призначений для роботи в неагресивних середовищах [12]. Здійснює безперервне перетворення значень температури та відносної вологості робочого середовища в незалежні уніфіковані сигнали струму 4...20 мА або напруги 0...10 В. Зовнішній вигляд рис. 3.3, схема включення рис. 3.4.



Рисунок 3.3 – Промисловий датчик температури та вологості ПВТ100 [12]

Особливості та функціональні можливості (див табл.. 3.2):

Температура вимірювання: -35...+80 °C

Переналаштування діапазону вимірювання температур за допомогою DIP перемикачів: -35..+35 °C, -35..+75 °C, 0..+50 °C, 0..+80 °C

Висока точність вимірювання, абсолютна похибка вимірювання:

вологості – до $\pm 3,0\%$;

температури – до $\pm 0,4$ °C.

Два незалежні вихідні канали 4...20 мА

Ергономічний корпус зі ступенем захисту IP65.

Основна область застосування ПВТ100 - системи вентилявання та кондиціонування. Сенсори можуть розміщуватися у каналах припливної вентиляції, повітроходах та димоходах, сушильних, коптильних та холодильних камерах, овоче- та зернохосовищах, у тому числі неопалювальні приміщення з важкими температурними умовами.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						33
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Характеристики ПВТ100 [12]

Характеристика	Значення
Напруга живлення	24 В постійного струму
Споживана потужність, не більше	1,1 Вт
Діапазони вимірювання відносної вологості RH	0...100% RH
Робочий діапазон вимірювання	0...95% RH
Межа допустимої абсолютної похибки вимірювання вологості при 25 °C	±2,0 % – в діапазоні RH = 20...80% ±3,0 % – поза діапазоном RH = 20...80%
Діапазони вимірювання температури навколишнього повітря	-40...+80 °C, -35...+75 °C, 35...+35 °C, 0...+50 °C*, 0...+80 °C
Межа допустимої абсолютної похибки вимірювання температури при 25 °C	±0,4 °C
Ступінь пиловолого захисту	IP65
Час готовності до роботи після вмикання, не більше	10 – 15 с
Гарантійний термін	12 місяців

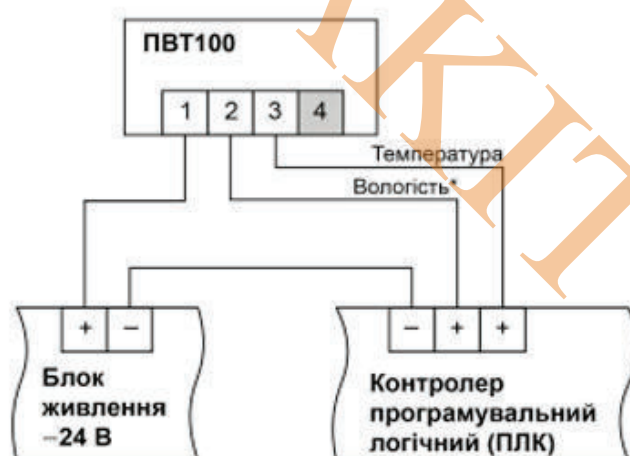


Рисунок 3.4 – Схема підключення ПВТ100 [12]

Датчик температури та вологості АНТ20 PLC RS485

Датчик температури та вологості АНТ20 PLC RS485 Датчик температури для промислової системи з сенсорною панеллю DC 4,5- 15 В

Широке застосування: підходить для систем керування PLC, терморезисторних датчиків NTC, контролерів постійної температури, промислових систем, сенсорних панелей, термометрів, термочутливих систем, температури та вологості нагородах тощо.

Основне призначення: точно контролювати та надавати зворотний зв'язок шляхом зчитування значень температури та вологості АНТ20.

Просте встановлення: Завдяки невеликому розміру та легкій вазі цей датчик вологості можна легко встановити для незабаром використання.

Легкий у використуванні: підтримує протокол RTU, ним можна керувати та збирати через зв'язок RS485.

Точний та чутливий: наш датчик температури та вологості забезпечує точні показання та швидку реакцію для підтримки оптимального комфорту та запобігання пошкодженню.



Рисунок 3.5 – Датчик температури та вологості АНТ20 PLC RS485 [13]

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						35
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфікація:

Тип елемента: Датчик температури та вологості АНТ20;

Матеріал: ABS;

Робоча напруга: DC 4,5-15 В;

Робочий струм: 4-7 мА;

Протокол зв'язку: Для протоколу RTU, 03, 04 читати інструкції, 06, 16 писати інструкції.

Швидкість передачі даних через послідовний порт: 9600 (за замовчуванням), без паритету, 8 біт даних, 1 стоп-біт.

Адреса пристрою: за замовчуванням 0 x 01. Змінивши адресу 485, можна каскадувати максимум 247 модулів (якщо їх більше 16, використовуйте повторювачі RS485).

Технічні характеристики датчика АНТ20:

Точність температури: типове значення становить $\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальне значення становить $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Діапазон температур: від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$

Точність вологості: $\pm 2\%$ відносної вологості, максимум $\pm 6\%$ відносної вологості. Діапазон вологості: від 0 до 100 відсотків відносної вологості

Спосіб використання:

Точність вимірювання температури: 1%. Якщо відхилення температури занадто велике, виконайте повторне калібрування. Точність вимірювання вологості: 2%. Якщо відхилення вологості занадто велике, відкалібруйте повторно

Типове застосування: система управління PLC; термісторний датчик NTC; термостатичний контроль; промислові системи; сенсорна панель; термометри; термочутливі системи; вимірювання внутрішньої та зовнішньої температури; температура/вологість в місті; прогноз погоди, моніторинг; температура/вологість в комп'ютерній кімнаті; складська температура/вологість.

Датчик вологості ґрунту Hunter SC-Probe

Датчик вологості ґрунту Hunter SC-Probe для Node-BT Нова технологія спрощує вимірювання вологості ґрунту. Полив відключається при досягненні

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						36
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бажаного рівня вологості. Датчик працює за перевіреною технологією вимірювання вологості у прикореневій зоні. Як тільки датчик зрозуміє, що ґрунт має необхідний рівень вологості, він відключить полив, запобігаючи втраті води. Пристрій складається з двох компонентів: зонда датчика вологості, він розміщується в ґрунті, та електронного модуля, який здійснює зв'язок із зондом та контролером. Зонд не вимагає особливих навичок установки - його потрібно просто закопати на необхідну глибину кореня. Його можна розмістити на відстані 300 метрів від контролера. Просте керування кнопками дозволяє регулювати бажаний рівень вологості з негайним оновленням фактичних вимірів. Модуль підключається до всіх контролерів Hunter з живленням від змінного струму і працюватиме з контролерами з живленням від змінного струму багатьох інших виробників. Пристрій можна запрограмувати на вимкнення поливу при виявленні достатньої вологості. Спираючись на 5-річну гарантію Hunter, датчик є ефективним водозберігаючим пристроєм як сам по собі, так і як доповнення до іригаційної системи, забезпечуючи екологічно чисте рішення.



Рисунок 3.6 – Датчик вологості ґрунту Hunter SC-Probe [14]

3.2 Промисловий контролер

Siemens LOGO! 8.2 (торгова марка LOGO) – Універсальні логічні модулі. Це компактні, функціонально закінчені пристрої призначені для побудови простих систем автоматичного управління. Завдяки програмній реалізації алгоритмів та гнучким можливостям адаптації обладнання до вимог розв'язуваних завдань сімейство логічних модулів може використовуватись у всіх галузях промислового виробництва, а також у системах автоматизації будівель (див. рис. 3.7).).

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						37
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.7 – SIEMENS LOGO!8.2 [15]

Логічні модулі LOGO! Випускається у компактних пластикових корпусах із ступенем захисту IP 20 для монтажу на стандартну DIN-рейку або вертикальну плоску поверхню. Верхня частина корпусу має клеми для підключення шнура живлення, а також датчиків або ручного керування. Клеми для підключення накопичувачів розташовані у нижній частині корпусу. Права корпусна станція має внутрішній інтерфейс шини та слоти для кодування для підключення до модулів розширення сигналів. У нижній частині корпусу розташований Ethernet-інтерфейс для програмування та організації промислових підключень.

Особливості модуля:

Конструкція/тип установки: на монтажну рейку 35 мм, ширина 4 модулі.

Жива напруга: допустимий діапазон, нижня межа (постійний струм) 10,8; верхня межа (постійний струм) 28,8 св.

Таймер: номер 400; Макс. 400, залежно від функції; запас ходу 480 років.

Цифрові входи: кількість входів 8; У цьому випадку використовуються 4 аналогові (від 0 до 10 В).

Цифровий вихід: тип виходу 4; реле.

Наявність захисту від короткого замикання; потрібен зовнішній коміт.

Вихідна лінія: для сигналу "1", допустимий діапазон значень 0-55, макс. 10А.

Релейні виходи: кількість контактів, що перемикають: з індуктивними підключеннями, макс. 3А; - при резистентних антигенах, макс. 10А.

Радіоактивні відходи відповідають стандарту EN 55011.

Межовий знак класу Б, для Викорстана у житлових масивах, т.к.

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ

Арк.
38

Стандарти, допуски, сертифікати: маркування CE; нагороди: CSA, UL, FM; розділені відповідно до IEC 61131, VDE 0631, схвалені для використання на суднах.

Температура середнього потоку за годину роботи: хв. -20°C (без конденсації), макс. 55°C ; час зберігання/транспортування: хв. -40°C , макс. 70°C ; робоча висота верхніх шарах моря: температура ядра - тиск вітру - висота установки $T_{\min}...T_{\max}$ при 1080 ГПа...795 ГПа (-1000 м - +2000 м).

Розміри: ширина 71,5 мм, висота 90 мм, глибина 60 мм.

3.3 Сенсорна панель оператора

Текстовий дисплей Siemens LOGO TD 6ED1055-4MH08-0BA0 для підключення до логічних модулів LOGO! 0BA6/0BA7 та вище:

- 4 рядки по 12 або 24 символи кожен (див. рис. 3.8) [16].
- До 50 текстових повідомлень на програму.
- Підключення до тексту відомих станів дискретних та аналогових входів та дискретних виходів.
- 6 стандартних логотипів! Основна та 4 функціональні клавіші використовуються як додаткові модулі вхідної логіки.
- Керування підсвічуванням дисплея за допомогою програм користувача.
- Побудова гістограм.
- Напруга живлення = 12 В або $\cong$ 24 В.
- Ступінь захисту лицьової панелі IP65.
- Кабель для підключення до логічного модуля у комплекті дисплея.
- Конфігурація у LOGO! Soft Comfort починаючи з версії 6.0 та вище.

Siemens пропонує свій програмний продукт LOGO! Soft Comfort V8.2 для програмування ПЛК.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						39
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.8 – Текстовий дисплей Siemens LOGO! TD [16]

<https://shop.ibcon.com/th/product/822051/LOGOCIM>
 LOGO! CIM RS-485 для LOGO!8



Рисунок 3.9 – LOGO! CIM RS-485 для LOGO!8 [17]

Модульна конструкція LOGO! Забезпечує постійну гнучкість. Широкий вибір модулів дозволяє створювати конфігурації для задоволення ваших потреб функціональність. Незважаючи на постійний і послідовний розвиток функцій, але зручність використання для програмістів і користувачів.

Характеристики:

Мін. температура навколишнього середовища -20 °C

Макс. температура навколишнього середовища 55 °C

Деталь виробника № 6ED1055-5MC08-0BA1

Придушення перешкод Відповідає EN 55 011 (граничне значення класу B)

Тип кріплення (деталі) На рейку 35 мм, ширина 4 одиниці поділу

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ

Арк.
40

Сертифікація UL визнано, cULus, FM схвалено, RCM, KC схвалено, EAC, IEC 61131,

Розмір (Д x Ш) 90 мм x 71,5 мм

Довжина 90 мм

Ширина 71,5 мм

Номер дисплея

Робоча напруга 24 В постійного струму

Хв. робоча напруга 10,2 В

Робоча напруга 10,2 - 28,8 В

Макс. робоча напруга 28,8 В

Тип продукту Додатковий модуль ПЛК

3.4 Елементи управління

Електромагнітний клапан – це електромеханічний пристрій, призначений для регулювання потоку всіх видів рідин та газів. Він складається з корпусу, соленоїда (електромагніту) із сердечником, на якому встановлений диск або поршень, що регулює потік.

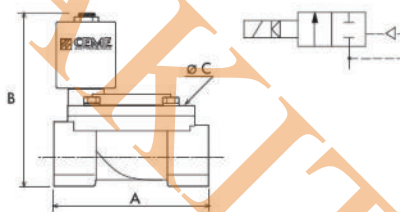


Рисунок 3.10 – Клапан 1/2", нормально закритий, 8324 VIT150C [18]

Електромагнітні клапани призначені для систем водопостачання та опалення, систем очищення та кондиціонування води, а також використовуються у різних галузях промисловості та сільського господарства.

Електромагнітне реле. У ряді завдань у системах автоматизації важливо гальванічно розв'язати ланцюги управління та живлення, а також організувати логіку роботи пристроїв. Існують різні способи виконання цього завдання. Одним

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						41
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з них є використання електромагнітного реле – простого комутаційного пристрою.

Електромагнітне реле ще називають проміжним реле з тією самою функцією, що у різних системах автоматичного управління.

Принцип дії проміжних (електромагнітних) реле. За допомогою такого реле, що дозволяє протягом терміну служби комутувати високу напругу, можна керувати кількома електричними групами. З його допомогою можна створювати гальванічні розв'язки між ланцюгами керування та електроприладами, ланцюгами живлення.

Принцип роботи досить простий і зводиться до того, що контакт/контакт проміжного реле перемикається при подачі на його обмотку напруги живлення. Завдяки цьому ви зможете виконати керування великою потужністю.

Електромагнітні реле встановлюються в промисловості в системах автоматичного керування різними машинами та технічними комплексами.



Рисунок 3.11 – Проміжне електромагнітне реле ПК-1П [19]

Проміжне електромагнітне реле ПК-1П призначене для гальванічної розв'язки між кабелем керування та силовим кабелем, а також дистанційного включення навантаження. Струм навантаження (максимум) - 16 А.

					КМР.АКТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						42
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМ

4.1 Створення алгоритму роботи

Алгоритми відіграють вирішальну роль у проектах автоматизації, оскільки вони допомагають автоматизувати створення складних і повторюваних завдань. Автоматизуючи ці завдання, можна заощаджувати час і ресурси, і отримувати чудові вражі.

Крім того, алгоритми створення можуть підвищити точність і послідовність у будь-якому виробництві. Вони допомагають зменшити ризик помилки та гарантують, що продукти щоразу виготовляються відповідно до однакових специфікацій.

Розробка алгоритму роботи. Розробка системи керування теплицею є важливою задачею при проектуванні комплексної системи керування і здійснюється паралельно з розробкою структурної схеми.

Спочатку проводиться ініціалізація, а потім введення інформації з датчиків. Дані обробляються контролером, який визначає режим роботи і керує виконавчими механізмами. При зміні користувачем параметрів на сенсорній панелі, контролер обробляє отриману інформацію і реагує відповідно.

Також на екрані сенсорної панелі відображаються поточні стани сенсорів, а також присутня клавіша включення і зупинки процесу автоматичного керування теплицею. Всі внесені параметри процесу запам'ятовуються в пам'яті контролера, звідки вичитуються і по протоколу Modbus через порт RS485 контролера [17].

Виконавши огляд та аналіз, автоматизованих теплиць, визначаємось із складовими системи та розробимо алгоритм роботи автоматизованої теплиці. З огляду дивачив використаємо для нашої автоматизації: датчик температури та вологості АНТ20 PLC RS485; вологості ґрунту Hunter SC-Probe. Виконуючі механізми: клапан 1/2", нормально закритий, 8324 VIT150C; Проміжне електромагнітне реле ПК-1П. Основою для автоматизованої системи візьмемо блоки LOGO! Які ми розглянули раніше: SIEMENS LOGO!8.2; текстовий дисплей Siemens LOGO! TD; LOGO! CIM RS-485 для LOGO!8.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						43
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Алгоритм роботи автоматизованої теплиці приведено на рис. 4.1.

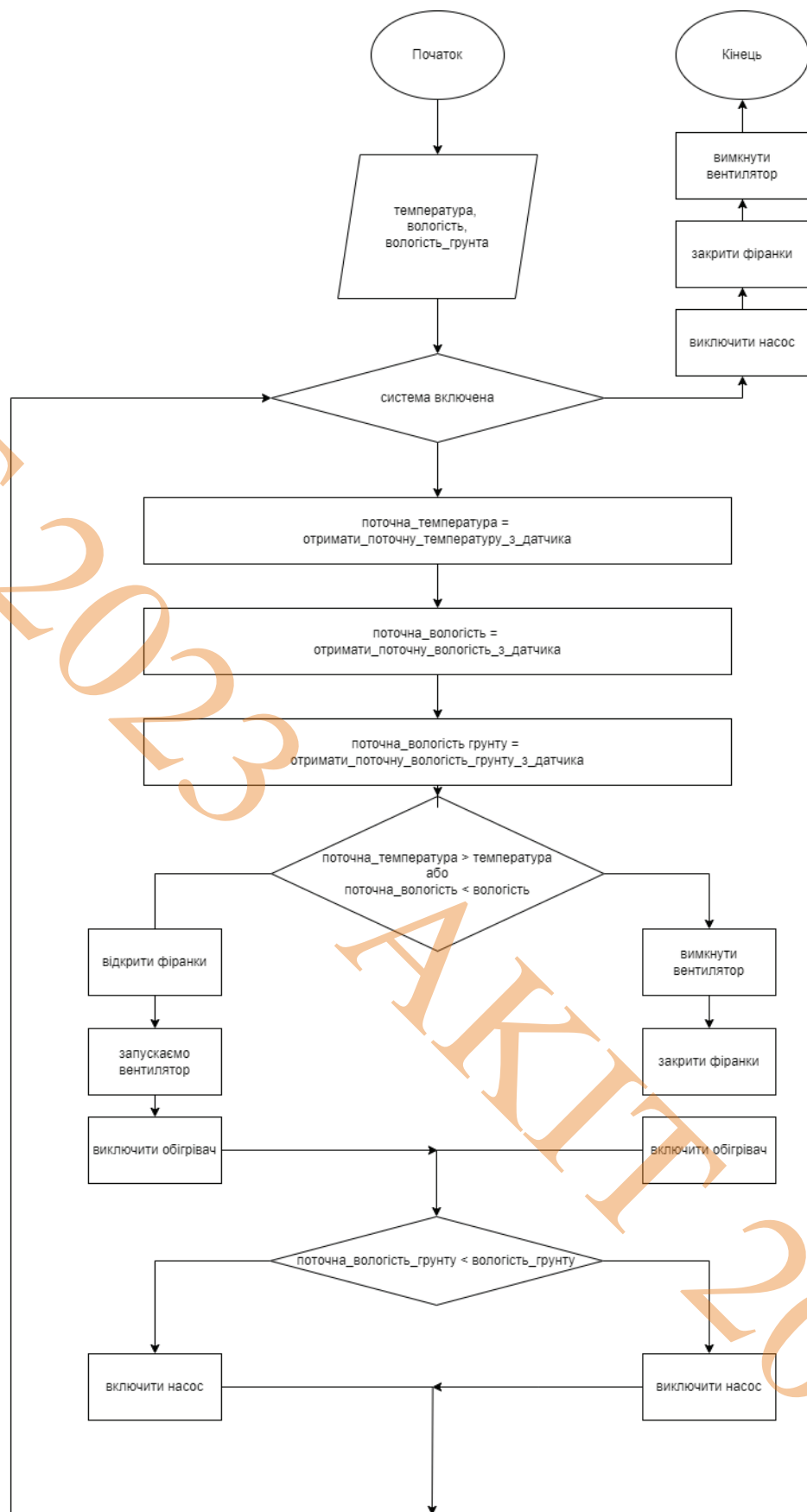


Рисунок 4.1 –Алгоритм роботи автоматизованої теплиці

Для отримання вражаю, за відповідними довідковими даними, для вирощування тієї чи іншої культури, встановлюються відповідні параметри для контролю. На початку задають границі температурного балансу, вологості повітря, та вологості ґрунту. За допомогою відповідних датчиків отримання відповідних значень, для їх забезпечення заданого діапазону, даються команди виконуючим пристроям. Структурна схема автоматизованої теплиці приведена на рис. 4.2, демонстраційна схема рис.4.3.

4.2 Створення структурної схеми

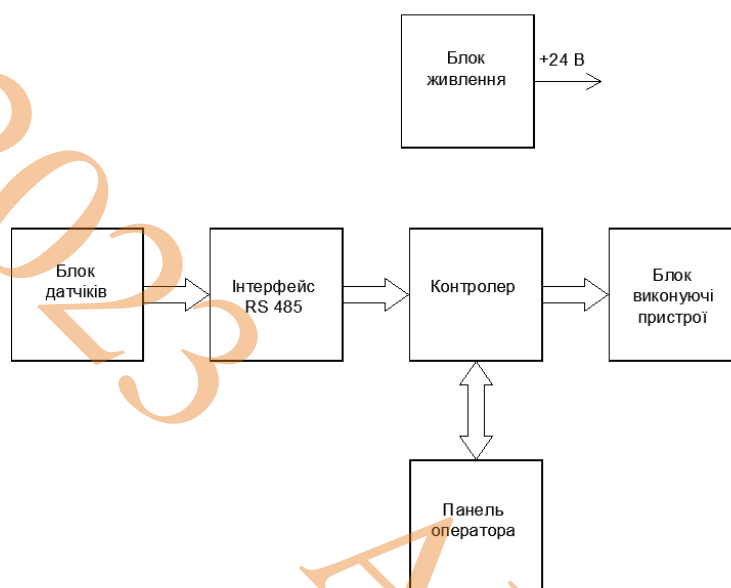


Рисунок 4.2 – Структурна схема автоматизованої теплиці

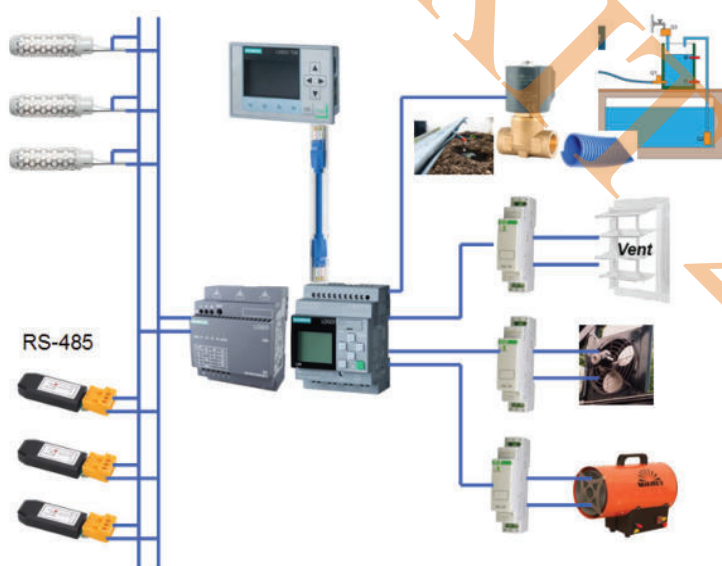


Рисунок 4.3 – Демонстраційна схема автоматизованої теплиці

5 НАПИСАННЯ ПРОГРАМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕПЛИЦІ

LOGO!Soft Comfort — багатомовне програмне забезпечення для створення керуючих програм для LOGO! на ПК. Кожен компонент сім'ї LOGO! можна запрограмувати за допомогою LOGO!Soft Comfort. Огляд:

- Зручне програмне забезпечення для створення комутаційних програм на ПК для однокористувацького режиму та мережевого режиму.
- Генерація комутаційних програм у функціональній блок-схемі (FBD) або сходовій логіці (LAD);
- Крім того, тестування, моделювання, онлайн-тестування та архівування комутаційних програм;
- Професійна документація за допомогою різноманітних функцій коментування та друку.

Зв'язок між LOGO! і ПК виготовлено з використанням LOGO! Кабель ПК (послідовний інтерфейс) або LOGO! USB кабель для ПК (інтерфейс USB).

Для LOGO! 0BA7 і LOGO! 8, підключення встановлюється через вбудований інтерфейс Ethernet.

Функції:

- Генерація керуючих програм на мовах FBD і LAD (на вибір). Функції здебільшого зрозумілі самі за себе, і їх можна розмістити в області малювання за допомогою перетягування.
- Комплексні функції документування: різноманітні параметри друку дозволяють професійно документувати.

Симуляція програми (офлайн): для попереднього тестування перемикання програм на ПК.

Тестування програми (онлайн): поточні значення LOGO! відображаються на екрані.

Комплексна, контекстно-залежна функція онлайн-довідки.

Аналоговий модемний зв'язок: для віддаленого обслуговування LOGO! із завантаженням і завантаженням програми, а також онлайн-тестуванням.

Та інші.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						46
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1 Виведення інформації на дисплей

Виведення інформації на один дисплей. Однією з найважливіших функцій для моніторингу та контролю програмних процесів є текст повідомлення. Він дає змогу надсилати користувачеві попередження, інформацію та примітки. Таким чином, текст повідомлення слід розглядати як підтримку виконання програми, надаючи користувачеві вибрану інформацію.

Текст повідомлення на дисплеї основного LOGO! може включати до 96 символів (16 стовпців $\times$ 6 рядків) і на LOGO! TD може включати до 120 символів (20 стовпців $\times$ 6 рядків). Почати параметризацію та редагування тексту можна подвійним клацанням миші на блоці тексту повідомлення. Текст вводиться за допомогою клавіатури після виділення текстового поля (приклад рис 5.1).

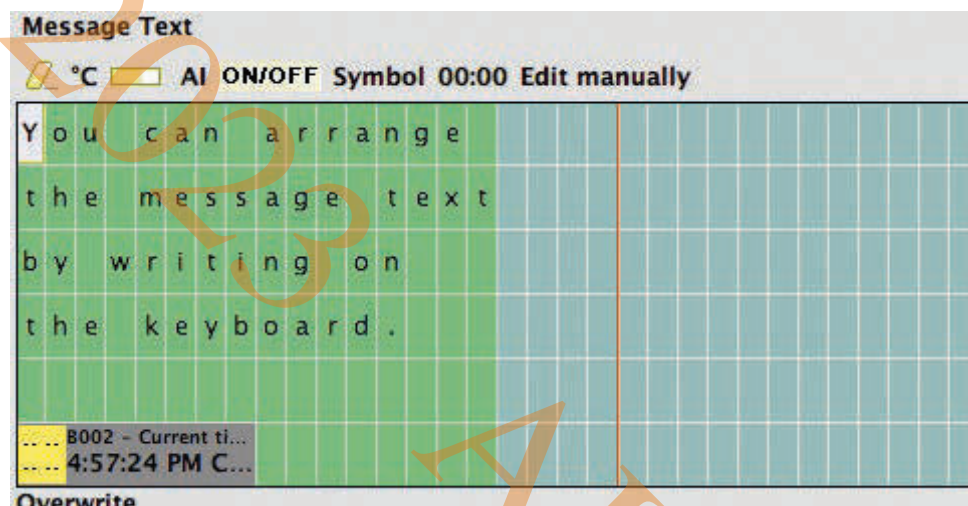


Рисунок 5.1 – Введення тексту повідомлення

Різні параметри, такі як час виведення або стани перемикання блоків, можна розмістити в тексті повідомлення безпосередньо зі списку параметрів за допомогою перетягування. Різні кольори показують, яка область відображається: зелена зона призначена виключно для відображення основного LOGO! блоку, тоді як область для дисплея на LOGO! TD тягнеться до червоної лінії (див. рис. 5.1). Все, що знаходиться за червоною лінією на виключно синьому полі, спочатку не відображається. Для відображення цих символів або активації спеціальних функцій для тексту повідомлення необхідно встановити параметри тікера, як показано на рис. 5.2.

Функція тікера та кольорове фонове освітлення. Функція тікера дозволяє виділяти вибрані рядки. Текст праворуч від червоного рядка може відображатися

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						47
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

блимаючим або вилітаючим на дисплей, активувавши функцію тікера (рядок за рядком або символ за символом) і вибравши певний рядок.



Налаштування тікера

• Символ за символом:

Рядок за рядком:

Лінія1 Лінія2 Лінія3 Лінія 4 Лінія 5 Лінія 6

Пункт призначення повідомлення

LOGO!Дисплей LOGO!TD Обидва Веб-сервер

Рисунок 5.2 – Налаштування тікера

Налаштування часу тикера, тобто частоти блимання або швидкості появи тексту, встановлюються в меню Файл > Параметри тексту повідомлення... > Час тикера. Визначення пристроїв, на яких має відображатися текст, чи то на LOGO! на дисплеї LOGO! TD, або на обох, виконується встановленням адресата повідомлення.

Змінне фонове освітлення є інноваційною бонусною функцією. На додаток до стандартних кольорів пристрою виводу, зеленого або синього, також доступні кольори білий (M25/26), жовтий (M28/30) і червоний (M29/31). Колір активується шляхом додавання до тексту повідомлення бітового блоку пам'яті (див. рис. 5.3).

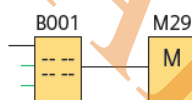


Рисунок 5.3 – Програмування кольору фону (червоний)

Крім того, текст повідомлення забезпечує функцію підтвердження (виберіть, поставивши позначку біля пункту «Підтвердити повідомлення»), напр. для попереджувального повідомлення, так що прочитання та дослухання до попереджувального повідомлення спершу потрібно підтвердити.

Додатково можна визначити пріоритет тексту повідомлення. Якщо одночасно активовано два тексти повідомлення, відображається текст повідомлення з вищим пріоритетом (вищий номер).

5.2 Отримання значень від датчиків і управління механізмів

Загальна схема крапельного поливу із врахуванням резервуару реалізовано на прикладі - поливу саду. У нашому випадку потрібно враховувати налаштування адресації внутрішньої мережі теплиці, а це передбачає точне наявне обладнання.

Полив саду електрична схема, показана на рис. 5.4, поділена на п'ять секцій (а-е). Ділянка «а» використовується для встановлення необхідної вологості ґрунту. У розділі «b» значення з «а» обробляються таким чином, щоб їх можна було використати знову. Розділ «с» активує фактичний полив через електромагнітний клапан залежно від часу поливу та перерви, які можна встановити в розділі «d». Розділ «е» регулює водне господарство. Задане значення вологості ґрунту встановлюється за допомогою лічильника, який можна змінювати вгору та вниз за допомогою двох входів (I2 та I3). Якщо введення утримується довше 2 секунд, процес підрахунку прискорюється за допомогою інкрементального кодера B028.

Щоб заощадити час введення, значення, яке вводиться в B027, множиться на 10 через блок арифметичних обчислень B032 – аналогові значення вказуються у значеннях від 0 до 1000. Оскільки вода остаточно регулюється за допомогою «аналогового порогового перемикача» B031, необхідно визначити значення «ON» і «OFF». Значення ON надходить із вищезгаданого блоку обчислень B032.

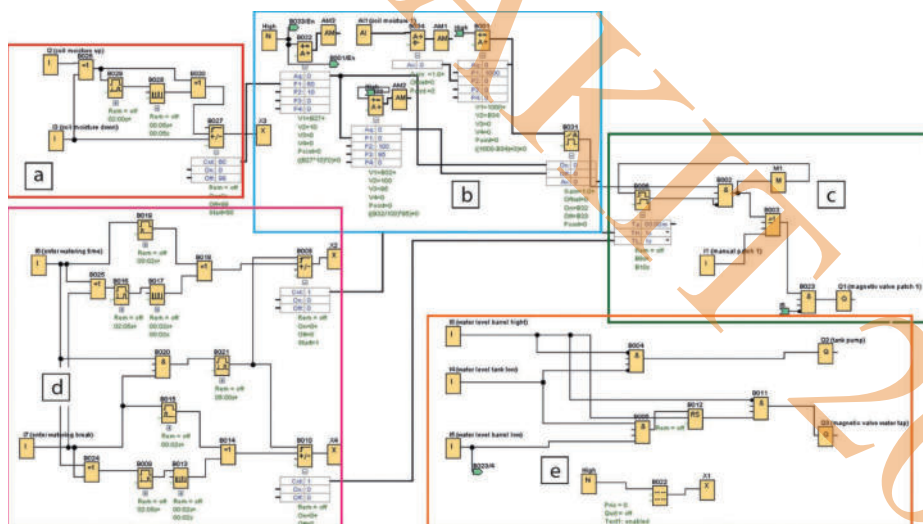


Рисунок 5.4 – Загальна схема поливу саду

Залежно від цього значення OFF обчислюється як 95% від B032 у блоці B033. Значення ON і OFF передаються на пороговий перемикач B031. AI1 «Вологість ґрунту 1» виводить значення від 0 до 1000, де 1000 відповідає дуже вологому, а 0

Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

— сухому ґрунту. Оскільки пороговий перемикач має змінювати значення ON від нижчого значення до більшого, а значення OFF має бути нижче значення ON, аналогове значення датчика віднімається від 1000, щоб отримати значення сухості. У свою чергу, це значення додатково обробляється B031.

Секції «с» і «d» з'єднані між собою настільки, щоб електромагнітний клапан для поливу керувався в «с». Необхідні сигнали надходять від «затримки включення/вимкнення» B006, який, у свою чергу, отримує свої параметри з розділу «d». Цикл поливу, що складається з часу поливу та часу вимірювання, працює до тих пір, поки AI1 вказує, що ґрунт все ще занадто сухий.

Час, тобто скільки має тривати полив і скільки часу система повинна чекати до наступного імпульсу поливу, введено в розділ «d». Управління в «d» відбувається за принципом, аналогічним тому, що в «а». Лічильники для встановлення часу відрізняються однією важливою особливістю: є лише один вхід для налаштування тривалості поливу та часу очікування. Якщо ви введете неправильні значення, їх уже неможливо виправити. Натиснувши обидві клавіші протягом 5 секунд, ви можете одночасно активувати затримку ввімкнення B021, яка, у свою чергу, видаляє записи часу для часу поливу (B008) і часу очікування (B009). Секція «е» використовується для регулювання рівня води в резервуарах технічної води. Резервуар для води в саду зазвичай вміщує від 200 до 500 літрів води. Вода зручно доступна і видобувається або півнем, або зачерпуючи. Він також відіграє центральну роль у нашій інтелектуальній системі поливу. Резервуари для води мають переваги та недоліки описаної вище системи. У спекотні місяці 500 літрів води не вистачає надовго. Коли випадає велика кількість опадів, вони швидко заповнюються, що означає, що збирається менше води, ніж можливо. Засобом від цього є підземні цистерни, які вміщують понад 1000 літрів і можуть подаватись через дощові патрубки або впускні канали. Однак цьому бракує легкого доступу.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						50
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Метою цього проекту була розробка комплексної автоматизованої системи керування теплицею. У ході роботи було досліджено технологічний об'єкт управління, розглянуто основні вимоги до систем автоматичного управління даним об'єктом, а саме: можливість тривалої роботи без людини, необхідна точність регулювання. різних параметрів.

Функції керування, індикації, сигналізації та регулювання були реалізовані за допомогою контролера Siemens LOGO!8 у поєднанні із Siemens LOGO! сенсорна панель. ТД. Крім того, ЛОГО! використовувався для спрощення зв'язку між датчиками та контролером за температурою та вологістю. ЦИМ RS-485

Надалі можливе підключення контролера та сенсорної панелі до системи SCADA.

Проаналізувавши запропонований проект, можна говорити про доцільність застосування цієї системи.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						51
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1) Фединець Г.С., Васюта В.Р., Рябошук М.М., Вплив автоматизації на урожайність і якість продукції в сучасних теплицях / Г.С. Фединець, В.Р. Васюта // Матеріали IV Міжнародна науково-практична конференція «Дослідження передових горизонтів глобального прогресу: виклики та інноваційні концепції» (13-15 грудня 2023 р.) Севілья, Іспанія, Міжнародна наукова спілка. 2023. С.-84-85.

2) I. M. F. Siddiqui, A. ur Rehman Khan, N. Kanwal, H. Mehdi, A. Noor and M. A. Khan, "Automation and monitoring of greenhouse," 2017 International Conference on Information and Communication Technologies (ICICT), Karachi, Pakistan, 2017, pp. 197-201, doi: 10.1109/ICICT.2017.8320190.

3) Тепличний бізнес: що вирощувати та з чого починати [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/teplichnij-biznes-shho-viroshhuvati-ta-z-chogo-rochinati/> (дата звернення 02.09.2023р). – Назва з екрана.

4) Гідропоніка: що таке та навіщо? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://agroplast.kiev.ua/index.php?route=blog/article&article_id=151 (дата звернення 10.09.2023р). – Назва з екрана.

5) Види теплиць та їх особливості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://novateplica.com.ua/uk/zachem-nuzhna-teplicza-plyusy-i-minusy-teplichnogo-vyrashhivaniya/> (дата звернення 10.09.2023р). – Назва з екрана.

6) Концепція автоматизованої системи теплиці на основі продукції akYtec [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://akYTEC.de/en/blog/greenhouse> (дата звернення 10.09.2023р). – Назва з екрана.

7) Система моніторингу теплиць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://webhmi.com.ua/en/portfolio_page/monitoring-system-for-greenhouses/ (дата звернення 02.05.2021р). – Назва з екрана.

8) Рішення для автоматизації теплиць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wise.icpdas.com/applications/Greenhouse%20Automation%20Solution.html> (дата звернення 8.10.2023р). – Назва з екрана.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						52
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9) Розумна система автоматизації теплиць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.controlbyweb.com/applications/smart-greenhouse-automation.html> (дата звернення 10.10.2023р). – Назва з екрана.

10) Датчик вологості ґрунту RIXEN MTR-731 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://technotest.com.ua/dlya-agronomii/datchik-vlazhnosti-pochvy-rixen-mtr-731.html> (дата звернення 15.10.2023р). – Назва з екрана.

11) Датчик температури та вологості промисловий RS485 Modbus [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hydroponics.in.ua/datchik-temperature-i-vlazhnosti-promyshlennyj-rs485-modbus> (дата звернення 12.10.2023р). – Назва з екрана.

12) Промисловий датчик температури та вологості ПБТ100 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aqteck.com.ua/ru/datchiki/pvt100-datchik-temperature-i-vlazhnosti> (дата звернення 15.10.2023р). – Назва з екрана.

13) Датчик температури та вологості АНТ20 PLC RS485 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.amazon.com/Temperature-Humidity-Sensor-Industrial-4-5%E2%80%9115V/dp/B0CBS3PCN7> (дата звернення 15.10.2023р). – Назва з екрана.

14) Датчик вологості ґрунту Hunter SC-Probe [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avtopoliv.com.ua/datchik-vlazhnosti-grunta-hunter-sc-probe-dlya-node-bt/> (дата звернення 15.10.2023р). – Назва з екрана.

15. SIEMENS LOGO!8.2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo.html> (дата звернення 15.10.2023р). – Назва з екрана.

16. 6ED1055-4MH08-0BA0 LOGO!TD [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://380v.com.ua/product/tekstovii_displei_LOGO_TD_6ED10554MH080BA0 (дата звернення 15.10.2023р). – Назва з екрана.

17. LOGO! CIM RS-485 для LOGO!8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://shop.ibcon.com/th/product/822051/LOGOCIM>

18. Клапан 1/2", нормально закритий, 8324 VIT150C [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrakovateh.com.ua/ua/p318266271-klapan-normalno-zakrytyj.html> (дата звернення 15.10.2023р). – Назва з екрана.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						53
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Проміжне електромагнітне реле ПК-1П [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://itrtoiv.com/ua/p379418620-promezhutochnye-rele-elektromagnitnye.html> (дата звернення 15.10.2023р). – Назва з екрана.

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						54
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КМР.АКІТ.10550127.01.000 ПЗ	Арк.
						55
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		