

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КН

_____ Довбиш А. С.

_____ 2021р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «Система автоматичного керування мікрокліматом в аеропонічній теплиці»

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

Доцент кафедри комп'ютерних наук секція КСУ

Соколов С.В.

Дипломник:

студент групи СУ-71

Дідоренко А.В.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Довбиш А.С.

_____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Дідоренко Артему Володимировичу

1 Тема проекту: Система автоматичного керування мікрокліматом в аеропонічній теплиці

Затвержено наказом ректору університету № 0185-VI від "14" квітня 2021р.

2 Термін здавання студентом закінченого проекту "22" травня 2021 р

3 Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, статті, каталоги, технічна документація, список літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу.

4 Зміст пояснювальної записки:

4.1 Основні параметри аеропонної теплиці

4.2 Система керування мікрокліматом в аеропонній теплиці

4.3 Проект аеропонної теплиці

5 Перелік графічних матеріалів: рисунки, таблиці.

6 Календарний план проектування.

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	21.04.21 - 24.04.21
2	Провести опис об'єкту автоматизації	25.04.21 - 01.05.21
3	Обґрунтувати вибір обладнання для проекту	02.05.21 - 06.05.21
4	Створити пакет необхідної документації	07.05.21 - 14.05.21
5	Аналіз джерел, присвячених темі	15.05.21 - 17.05.21
6	Оформити пояснювальну записку до проекту. Здача проекту керівнику	18.05.21 - 22.05.21

7 Дата видачі завдання “14” квітня 2021 р

Керівник проекту:

Доцент кафедри комп'ютерних наук секція КСУ

Соколов С.В.

До виконання прийняв:

студент-дипломник

групи СУ-71

Дідоренко А.В.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На проектування системи автоматичного керування мікрокліматом в аеропонічній теплиці

Розробник:
студент групи СУ-71

Дідоренко А.В.

Погоджено:

керівник проекту

Доцент кафедри комп'ютерних наук секція КСУ

Соколов С.В.

1. Назва і галузь застосування: система автоматизації аеропонній теплиці; тепличне господарство

2. Підстави для проектування: наказ ректора Сумського державного університету № 0185-VI від “14” квітня 2021;

3. Мета і призначення проекту: розробка ефективної системи контролю мікроклімату в теплиці.

4 Джерела розроблення: аналіз існуючих систем автоматичного контролю мікрокліматом в теплицях.

5 Режим роботи об'єкта: автоматичний контроль основних параметрів теплиці.

6 Умови експлуатації: блок живлення для шафи управління – 220В; живлення ПЛК – 24В; живлення інтерфейсного модуля – 24В; живлення НМІ – 24В.

7 Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8 Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір анбалогів та прототипів.	21.04.21 - 24.04.21
2	Провести опис об'єкту автоматизації	25.04.21 - 01.05.21
3	Обґрунтувати вибір обладнання для проекту	02.05.21 -06.05.21
4	Створити пакет необхідної документації	07.05.21 -14.05.21
5	Аналіз джерел, присвячених темі	15.05.21 -17.05.21
6	Оформити пояснювальну записку до проекту. Здача проекту керівнику	18.05.21 -22.05.21

9 Додатки:

СУ-71.6.151.018.A1 Структурна схема системи автоматизації процесу в теплиці.

СУ-71.6.151.018.A2 Функціональна схема системи автоматизації процесу в теплиці.

СУ-71.6.151.018.000 ЕЗ Схема електрична принципова регулятора температури

СУ-71.6.151.018.000 ЕЗ Схема електрична принципова регулятора вентиляторів

СУ-71.6.151.018.000 ЕЗ Схема електрична принципова регулятора освітлення

РЕФЕРАТ

Дідоренко Артем Володимирович. Система автоматичного керування мікрокліматом в аеропонічній теплиці. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2021р.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пояснювальна записка викладена у 31 сторінках і містить у собі 21 рисунок.

Графічний матеріал містить 5 креслень: Контур управління температурою(аркуш формату А2), контур управління вентиляцією(аркуш формату А1), контур управління освітленням(аркуш формату А3), структурна схема системи автоматизації аеропонічної теплиці(аркуш формату А2), функціональна схема системи автоматизації аеропонічної теплиці(аркуш формату А2).

Даний дипломний проект спрямований на створення і опис системи автоматизації аеропонічної теплиці. У розділах проекту описаний алгоритм роботи системи управління.

Ключові слова: Аеропонна теплиця, ПЛК, автоматизація.

ABSTRACT

Artem Vladimirovich Didorenko. Automatic microclimate control system in an aeroponic greenhouse. Diploma project. Sumy State University. Sumy, 2021.

The qualification work consists of a calculation and explanatory note and graphic material. The explanatory note is 31 pages long and contains 21 figures.

The graphic material contains 5 drawings: temperature control circuit(A2 sheet), ventilation control circuit(A1 sheet), lighting control circuit(A3 sheet), block diagram of the aeroponic greenhouse automation system(A2 sheet), functional diagram of the aeroponic greenhouse automation system (A2 sheet).

This diploma project is aimed at creating and describing an aeroponic greenhouse automation system. The project sections describe the algorithm of operation of the control system.

Keywords: aeroponic greenhouse, PLC, automation.

ВІДОМІСЬ ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№. екз.	Примітки
			<u>Документація</u> <u>загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання на проект	2		
2	A4		Технічне завдання	3		
			<u>Новорозроблена</u>			
3	A4		Реферат проекту	1		
4	A4	SU-71 6.151.018. ПЗ	Пояснювальна записка	31		
			<u>Документація</u> <u>конструкторська</u>			
			<u>Застосована</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A2	SU-71 6.151.018.A1	Система автоматичного керування мікрокліматом в аеропонічній теплиці Структурна схема автоматизації	1		
6	A2	SU-71.6.151.018.A2	Система автоматичного керування мікрокліматом в аеропонічній теплиці Функціональна схема автоматизації	1		
7	A2	SU-71.6.151.018.000 E3	Схема електрична принципова регулятора температури	1		
8	A1	SU-71.6.151.018.000 E3	Схема електрична принципова регулятора вентиляторів	1		
9	A3	SU-71.6.151.018.000 E3	Схема електрична принципова регулятора освітлення	1		

					<i>SU-71.6.151.018.ДП</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дідоренко А.В.</i>			<i>Система автоматичного керування в аеропонічній теплиці</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Соколов С.В.</i>					1	1
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, гр. СУ-71</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Дрозденко О.О.</i>						

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Система автоматичного керування мікрокліматом в
аеропонічній теплиці

Керівник проекту:

Доцент кафедри комп'ютерних наук секція КСУ

Соколов С.В.

Дипломник:

студент групи СУ-71

Дідоренко А.В.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	2
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 Основні параметри аеропонної теплиці	4
1.1 Аеропоніка переваги та недоліки	4
1.2 Система автоматичного керування мікрокліматом	7
1.3 Аналіз процесів що протікають в теплиці	9
РОЗДІЛ 2 Система керування мікрокліматом в аеропонній теплиці	11
2.1 Розробка функціональної схеми.....	11
2.2 Побудова функціонально-структурної схеми.....	12
2.3 Розробка принципової електричної схеми керування	15
РОЗДІЛ 3 Щит керування мікрокліматом в теплиці	17
3.1 Електрична конструкція панелі ПЛК	17
3.2 Вибір пристроїв для використання в теплиці	24
3.3 Розробка програмного забезпечення.....	27
ВИСНОВОК.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	31
ДОДАТКИ.....	32

					СУ-71.6.151.018.ПЗ					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Система автоматичного керування мікрокліматом в аеропонічній теплиці					
<i>Разраб.</i>		<i>Дідоренко А.В.</i>						<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Соколов С.В.</i>							1	2
<i>Н. Контр.</i>								СумДУ. гр. СУ-71		
<i>Утв.</i>		<i>Дрозденко О.О.</i>								

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПЛК - програмований логічний контролер

БЩУ – блочний щит управління

ДБЖ – джерело безперебійного живлення

ОП – операторська панель

ЦП – центральний процесор

СУ – система управління

САУ – система автоматичного управління

ПАЗ – протиаварійний захист

РУ – режим управління

БЖ – блок живлення

АВР – автоматичне введення резерву

КУ – контур управління

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

ВСТУП

Наразі гостро постає проблема з харчуванням бо скоро населення землі досягне вісім мільярдів людей. На даний момент негативні природні умови знищують половину врожаю, для вирішення цієї проблеми використовують теплиці. Кожного року кількість теплиць збільшується, а з цим і росте асортимент різних сільськогосподарських культур які починають вирощувати в теплицях.

Проте основним фактором для вирощування якісного врожаю є система автоматичного керування мікрокліматом в теплиці. Тому що при ідеальних кліматичних умовах можна не тільки зменшити втрату врожаю із-за негативних кліматичних умов, а й заощадити енергоресурси які в свою чергу призведуть до зменшення собівартості продукту.

Мета: розробка ефективної системи контролю мікрокліматом в аеропонічній теплиці.

Основні завдання:

- Аналіз систем керування мікрокліматом в аеропонічній теплиці
- Підбір сучасних технічних засобів для реалізації системи автоматичного регулювання мікрокліматом
- Проаналізувати показники якості роботи даної системи

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

РОЗДІЛ 1 Основні параметри аеропонної теплиці

1.1 Аеропоніка переваги та недоліки

Аеропоніка - це процес вирощування рослин в повітряному або туманному середовищі без використання ґрунту або агрегатного середовища. За даними AgriHouse (результат дослідницької програми НАСА), виробники, які вирішили використовувати метод аеропоніки, можуть скоротити споживання води на 98 відсотків, використання добрив на 60 відсотків і використання пестицидів на 100 відсотків, при цьому максимізуючи врожайність своїх культур на 45-75 відсотків.

Крім того, в декількох дослідженнях аеропоніка розглядалася як сучасна сільськогосподарська діяльність, яка практикується в закритій камері зростання в повністю контрольованих умовах, оскільки вона може усунути зовнішні фактори навколишнього середовища в порівнянні з традиційним сільським господарством. Отже, він більше не залежить від великомасштабного землекористування, і його можна встановити в будь-якому місці, в будівлі, яка змінила глобальний клімат, не враховуючи поточні кліматичні умови, такі як сезон дощів і зима [1].

Переваги аеропоніки

Хто знав, що голі коріння можуть вижити, не кажучи вже про те, щоб процвітати? Виявляється, усунення живильного середовища дуже звільняє коріння рослин: додатковий кисень, якому вони піддаються, призводить до більш швидкого зростання. Аеропонічні системи також надзвичайно ефективні щодо води. Ці замкнуті системи використовують на 95 відсотків менше поливу, ніж рослини, вирощені в ґрунті. А оскільки поживні речовини містяться у воді, вони також переробляються.

На додаток до цієї ефективності, екологічна репутація аеропоніки підкріплюється здатністю вирощувати велику кількість продуктів харчування в невеликих приміщеннях.

Цей підхід в основному використовується в закритих вертикальних фермах, які все частіше зустрічаються в містах, - скорочення екологічних витрат на доставку продуктів харчування з поля на тарілку. І оскільки системи аеропоніки повністю закриті, немає ніякого стоку поживних речовин, щоб забруднити прилеглі водні шляхи. Замість того, щоб лікувати шкідників і хвороби жорсткими хімічними речовинами, обладнання для вирощування можна просто стерилізувати в міру необхідності.

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Недоліки аеропоніки

Системи аеропоніки вимагають деякої витонченості для ефективної роботи. Концентрація поживних речовин у воді повинна підтримуватися в межах точних параметрів, і навіть невелика несправність Вашого обладнання може призвести до втрати врожаю. Якщо панове не обприскують кожні кілька хвилин-може бути, тому, що, наприклад, відключається електрика – - ці бовтаються коріння швидко висохнуть. А панам потрібна регулярна чистка, щоб вони не засмічувалися мінеральними відкладеннями у воді.

Існує також один серйозний недолік, з точки зору екології: аеропонні системи покладаються на електричну енергію для прокачування води через крихітні запотівають пристрої. І хоча їх можна використовувати при природному освітленні теплиці, вони частіше використовуються з енергоємними світильниками для вирощування. Однак для усунення цього недоліку можна використовувати сонячну енергію або інші альтернативні джерела енергії.

Що ви можете виростити за допомогою аеропоніки?

Теоретично все, що завгодно. На практиці системи аеропоніки в основному використовуються для тих же цілей, що і системи гідропоніки, включаючи листову зелень, кулінарні трави, марихуану, полуницю, помідори і огірки. Одним з винятків є коренеплоди, які непрактичні в гідропонічній системі, але добре підходять для аеропоніки, так як коріння мають багато місця для зростання і легко доступні для збору врожаю.

Міркування по обладнанню

Всі системи аеропоніки вимагають огорожі для утримання вологості і запобігання попадання світла на коріння (зазвичай це пластиковий бункер з отворами, просвердленими для кожної рослини), а також окремий резервуар для зберігання живильного розчину. Крім цих основних компонентів, є ще кілька речей, які слід враховувати при розробці аеропонної системи відповідно до ваших потреб.

Деякі системи аеропоніки призначені для використання горизонтально, як традиційна посадкова клумба. Але вежі та інші вертикальні підходи стають все більш популярними - оскільки коріння повинні поширюватися, це розумний спосіб заощадити місце. Вертикальні системи також популярні, тому що туманні пристрої можуть бути розміщені зверху, дозволяючи гравітації розподіляти вологу.

Ще одна дихотомія в аеропонній теплиці: системи високого тиску і низького тиску.

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Системи низького тиску, які покладаються на простий фонтанний насос для розпилення води, недорогі і підходять для будівництва аеропонної теплиці. Цей підхід іноді називають "soakaponics", оскільки насос низького тиску здатний виробляти тільки легкий спрей, щось на зразок крихітного розприскувача, а не справжній туман.

Для справжнього туману – тобто вологи, що плаває в повітрі і більш ефективно доставляє поживні речовини до коріння вам потрібно більш високий тиск води, ніж може забезпечити звичайний насос. Таким чином, професійні системи аеропоніки покладаються на резервуар для води під тиском, здатний утримувати від 60 до 90 фунтів на квадратний дюйм, поряд з високоякісними, здатними доставляти максимально можливу кількість вологи [2].

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1.2 Система автоматичного керування мікрокліматом

Система автоматичного керування мікрокліматом - це інструмент, який використовується для управління та максимізації врожайності сільськогосподарських культур або інших параметрів якості шляхом підтримки оптимальних умов для кожної культури. У цьому сенсі необхідні передові і високоефективні системи автоматичного управління, що дозволяють отримувати максимальну врожайність при мінімальних витратах і адаптуватися до мінливих кліматичних умов, особливо мікроклімату всередині теплиці "аeropоніка". Були зроблені численні доповіді про сучасні технології вирощування рослин в контрольованих умовах на безпідставній культурі aeropоніки. Теорії, що лежать в основі управління кліматом, зазвичай поділяються на два типи: класичні та сучасні. При класичному підході до складних біосистем, таким як тваринницькі приміщення і теплиці, не завжди досягаються бажані умови, наприклад, температура і відносна вологість. Інші недоліки класичного підходу полягають в тому, що він пов'язаний з високою невизначеністю і споживанням енергії.

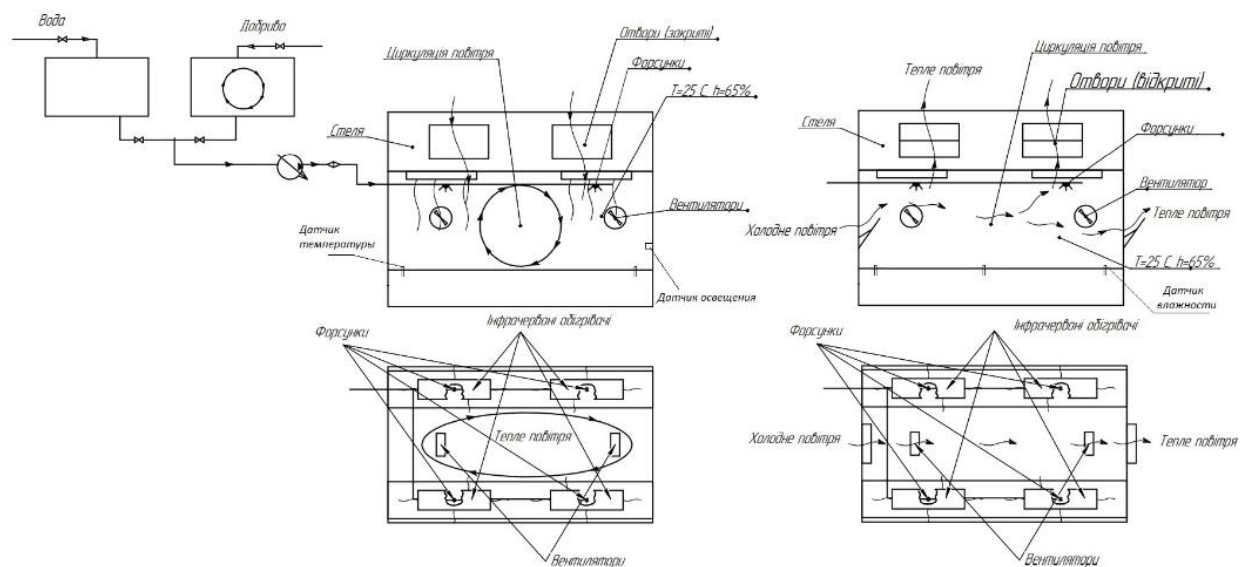


Рисунок 1.1 – Схема інформаційно матеріальних потоків

Вимірювання параметрів мікроклімату були температура, відносна вологість і інтенсивність штучного освітлення. Температура повітря вимірювалася в двох точках: у верхній зоні у листя рослини і в кореневій зоні біля коріння. Відносна вологість вимірюється в двох точках в одному і тому ж положенні датчиками температури за допомогою DHT11 з точністю 3,5%. Нарешті, інтенсивність світла всередині камери

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

вимірювалася на ближніх листках за допомогою фотодіода типу OPT101. Всі вимірювання з усіх датчиків виконуються одночасно, і всі дані передаються на мікроконтролер (ATmega2560) для прийняття найкращих рішень з використанням вбудованої системи управління, розробленої з використанням програмного забезпечення BASCOM-AVR. Всі дані також передавалися мікроконтролером на комп'ютер з програмним забезпеченням користувача інтерфейсу, розробленим в програмному забезпеченні Delphi 7. Після цього за допомогою вбудованої системи управління було передано кожному виконавчому механізму для підтримки найкращих умов в камері аеропоніки з використанням методу широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) [3].

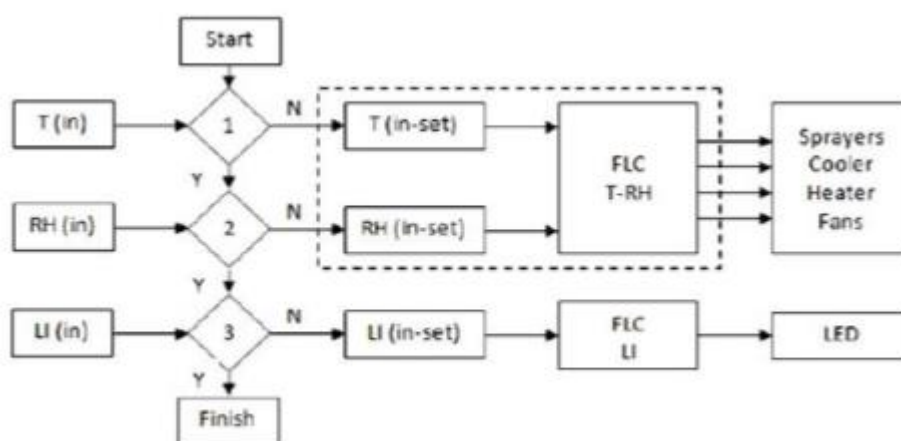


Рисунок 1.2 - Принципова схема управління мікрокліматом в теплиці

1.3 Аналіз процесів що протікають в теплиці

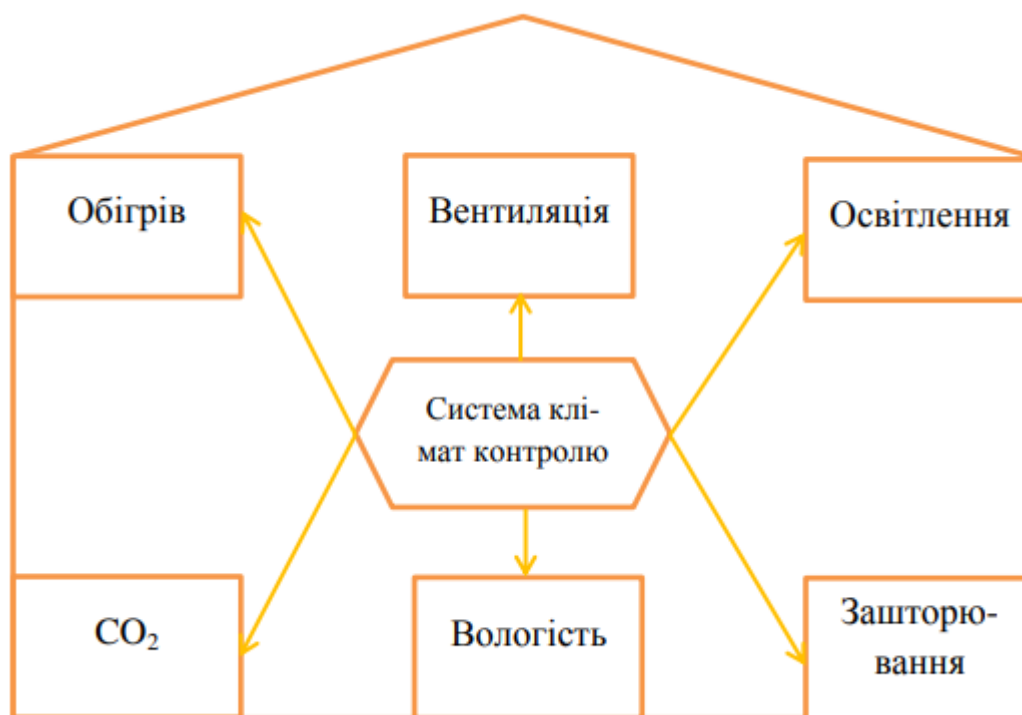


Рисунок 1.3 – Система кліматичного контролю

В автоматизованій аеропонній теплиці протікає багато процесів таких як: Система обігріву теплиці, система поливу рослин, система вентиляції, система освітлення. У нашій теплиці полив рослин виконується за допомогою штучного туману.



Рисунок 1.4 – Штучний туман

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-71.6.151.018.ПЗ

Лист

9

Обігрів телиці виконується за рахунок електричного котла опалення.



Рисунок 1.5 – Електричний котел опалення

Освітлення в теплицях відбувається за рахунок світлодіодної фітолампи.



Рисунок 1.6 – Система освітлення

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-71.6.151.018.ПЗ

Лист

10

РОЗДІЛ 2 Система керування мікрокліматом в аеропонній теплиці

2.1 Розробка функціональної схеми автоматичного керування мікрокліматом в теплиці

Регулювання мікрокліматом в аеропонній теплиці здійснюється за наступними каналами: температура в нижній частині теплиці та верхній, вологість в нижній частині теплиці та верхній. Всі данні з сприймаючих елементів надходять на мікроконтролер СВ-4000, який в свою чергу оброблює інформацію та видає необхідний сигнал управління на певний виконавчий механізм [4].

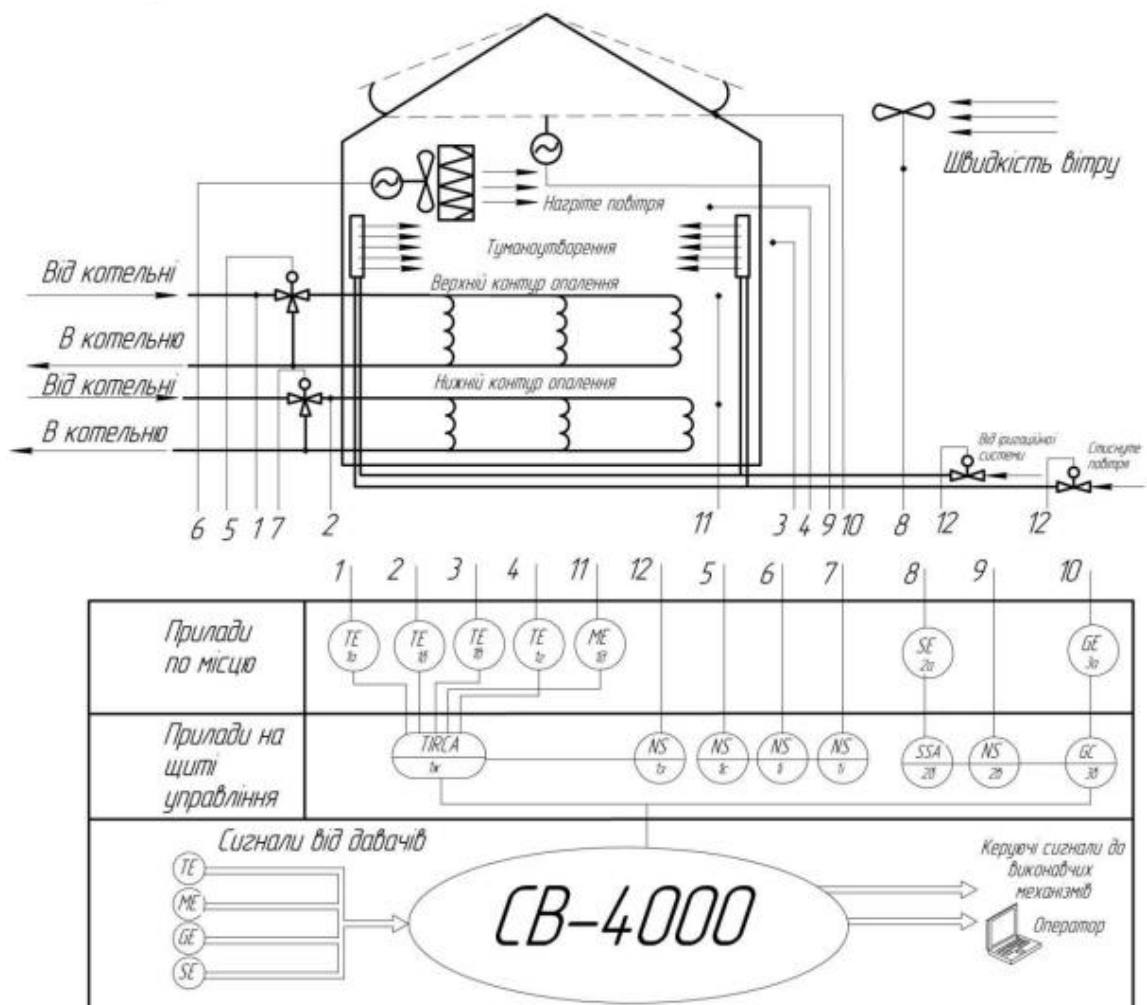


Рисунок 2.1 – Функціонально-технологічна схема системи автоматичного регулювання мікрокліматом в аеропонній теплиці

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

2.2 Побудова функціонально-структурної схеми

На функціональній схемі САК елементи позначаються у вигляді прямокутників та скорочено пишуть назву елемента, зв'язки між елементами показані лініями, а напрямки стрілками.

На схемі САК зображені такі елементи:

КЕ – Керуючий елемент;

РО – Регулюючий орган;

ВМ – Виконавчий механізм;

ОУ – Об'єкт управління;

ПП – Первинний перетворювач;

Rзад – задане значення температури;

R_{оу} – температура повітря в теплиці;

T_{вим} – значення температури що вимірюється;

U – напруга керування;

Fзб – збурююча дія на ОУ.

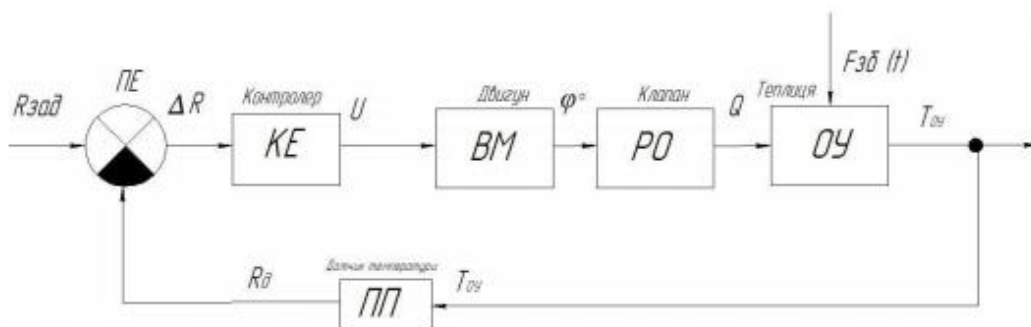


Рисунок 2.2 – Функціонально-структурна схема САК по каналу регулювання температури

На схемі САК зображені такі елементи:

КЕ – Керуючий елемент;

РО – Регулюючий орган;

ВМ – Виконавчий механізм;

ОУ – Об'єкт управління;

ПП – Первинний перетворювач;

$U_{зад}$ – задане значення вологості;

$U_{оу}$ – вологість в теплиці;

φ – значення вологи що вимірюється;

U – напруга керування;

$F_{зб}$ – збурююча дія на ОУ.

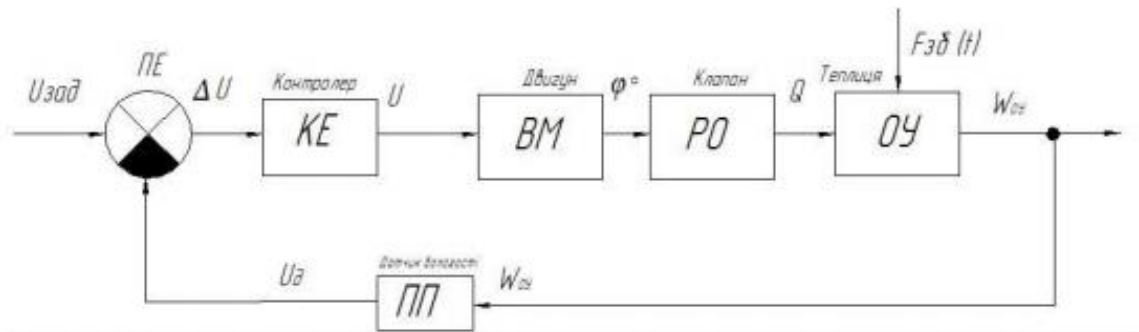


Рисунок 2.3 - Функціонально-структурна схема САК по каналу регулювання вологості

На схемі САК зображені такі елементи:

КЕ – Керуючий елемент;

РО – Регулюючий орган;

ВМ – Виконавчий механізм;

ОУ – Об'єкт управління;

ПП – Первинний перетворювач;

$U_{зад}$ – задане значення потрібного світла;

$U_{оу}$ – світло в теплиці;

φ – значення світла що вимірюється;

U – напруга керування;

$F_{зб}$ – збурююча дія на ОУ.

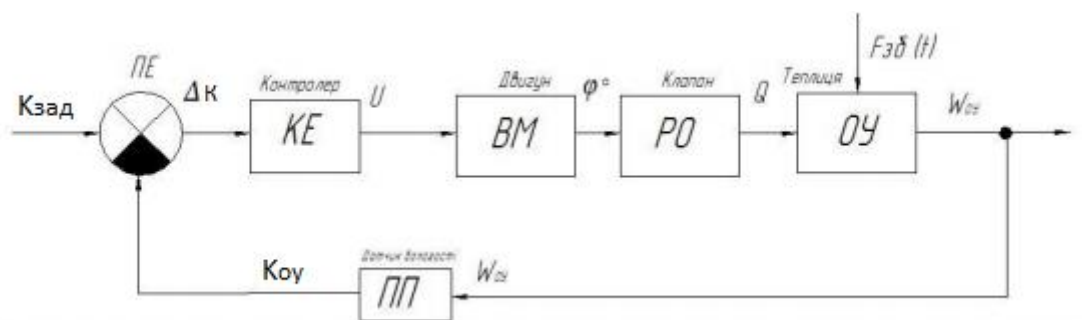


Рисунок 2.4 - Функціонально-структурна схема САК по каналу регулювання світла

За допомогою Матлаб була побудована поведінка перехідних процесів та був одержаний час перехідного процесу регулювання температури $t_p = 360$ с, а відносно пере регулювання вийшло:

$$\sigma = \frac{y_{\max} - y(\infty)}{y(\infty)} \cdot 100\% = \frac{22 - 20}{20} \cdot 100\% = 10\%,$$

де $y(\infty)$ – стає значення;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

y_{\max} – максимальне відхилення від сталого значення;

А час перехідного процесу вологості $t_p = 40$ с, а відносне пере регулювання вийшло:

$$\sigma = \frac{y_{\max} - y(\infty)}{y(\infty)} \cdot 100\% = \frac{83 - 75}{75} \cdot 100\% = 10,7\%,$$

Для температури і вологості статична похибка відсутня, а пере регулювання не виходить за 15% що задовольняє поставлені умови.

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2.3 Розробка принципової електричної схеми керування

Принципова електрична схема – це проектний документ, який визначає весь склад електричних елементів та зв'язків між ними та надає принцип роботи системи.

Електричні схеми показують фактичні точки підключення проводів до компонентів і клем контролера. Вони показують відносьне розташування компонентів. Їх можна використовувати в якості напрямних при підключенні контролера. На рис. 2.5 приведена типова схема підключення трифазного магнітного стартера двигуна.

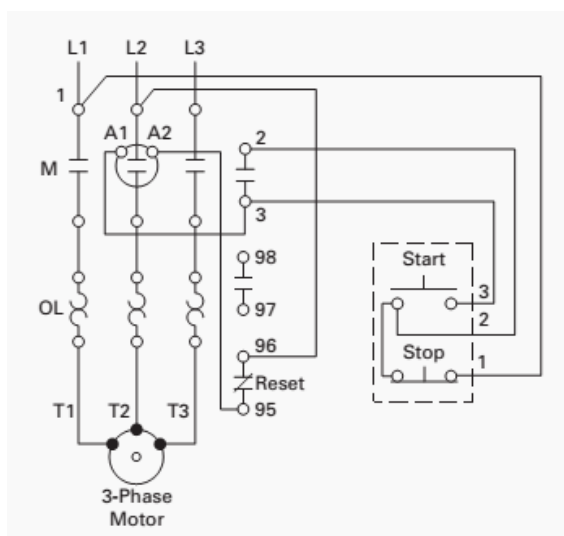


Рисунок 2.5 - Типова схема підключення

Лінійні діаграми, також звані "схематичними" або "елементарними" діаграмами, показують схеми, які формують основну роботу контролера. Вони не вказують на фізичні відносини різних компонентів в контролері. Вони є ідеальним засобом для усунення неполадок в ланцюзі [5].

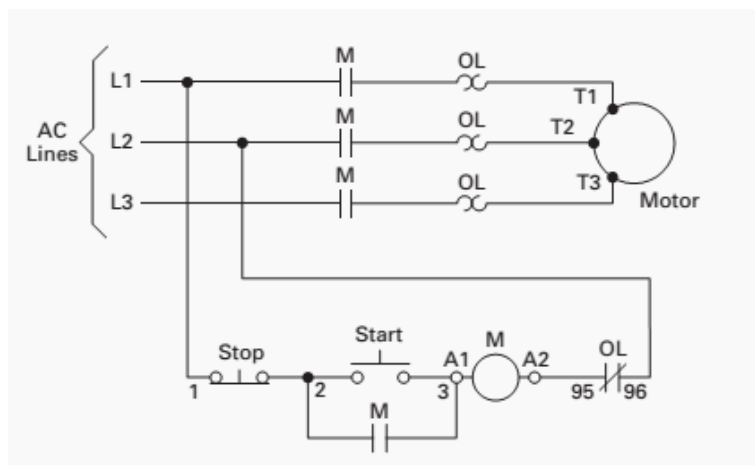


Рисунок 2.6 - Типова лінійна або принципова схема

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

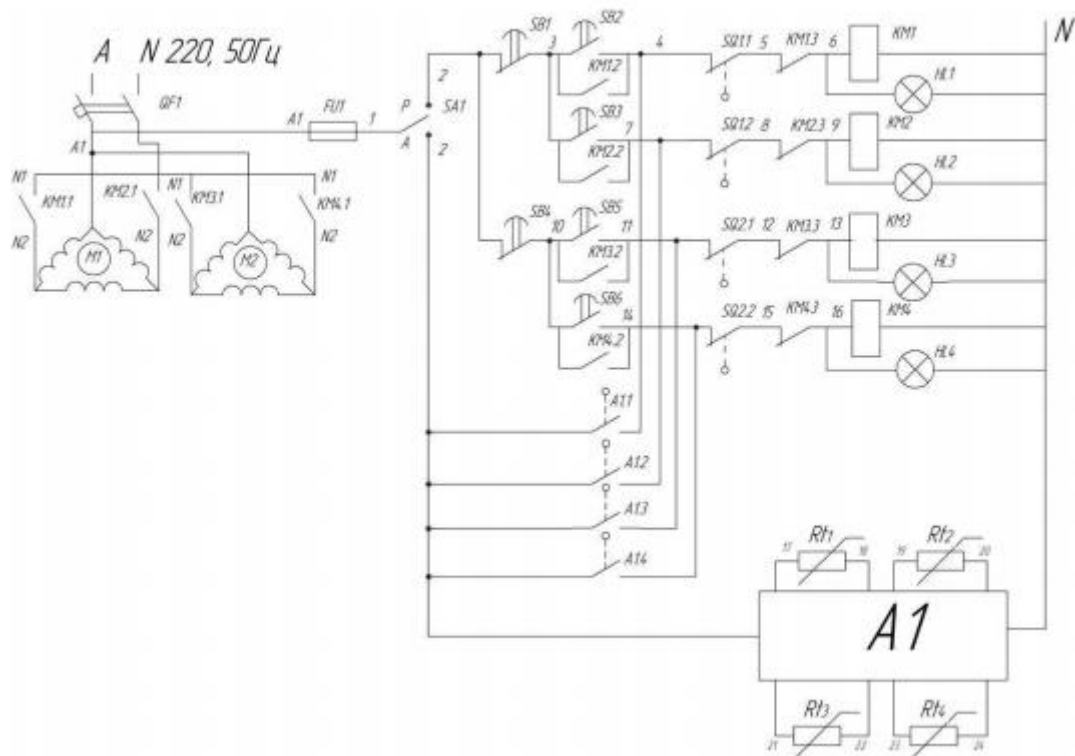


Рисунок 2.7 – Принципова електрична схема

Є схеми які працюють в ручному та автоматичному режимі. Представлена схема за допомогою перемикача SA1 може працювати в ручному та автоматичному режимі.

Кнопки SB2 та SB3 – відповідають за повертання заслінки опалення, а SB5 та SB6 – за кутом нахилу фрауг. Якщо заслінка досягла свого максимального положення то спрацьовують вимикачі SQ1 та SQ2. Кнопки SB1 та SB4 – забезпечують ручну зупинку.

В автоматичному режимі схемою керує регулятор A1 [6].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

РОЗДІЛ 3 Щит керування мікрокліматом в теплиці

3.1 Електрична конструкція панелі ПЛК

Побудова панелі ПЛК

Інженери рідко створюють свої власні конструкції панелей ПЛК (але, звичайно, це не неможливо). Наприклад, як тільки електричні конструкції будуть завершені, вони повинні бути побудовані електриком. Тому Ви несете відповідальність за те, щоб ефективно донести свої дизайнерські наміри до електриків за допомогою креслень.

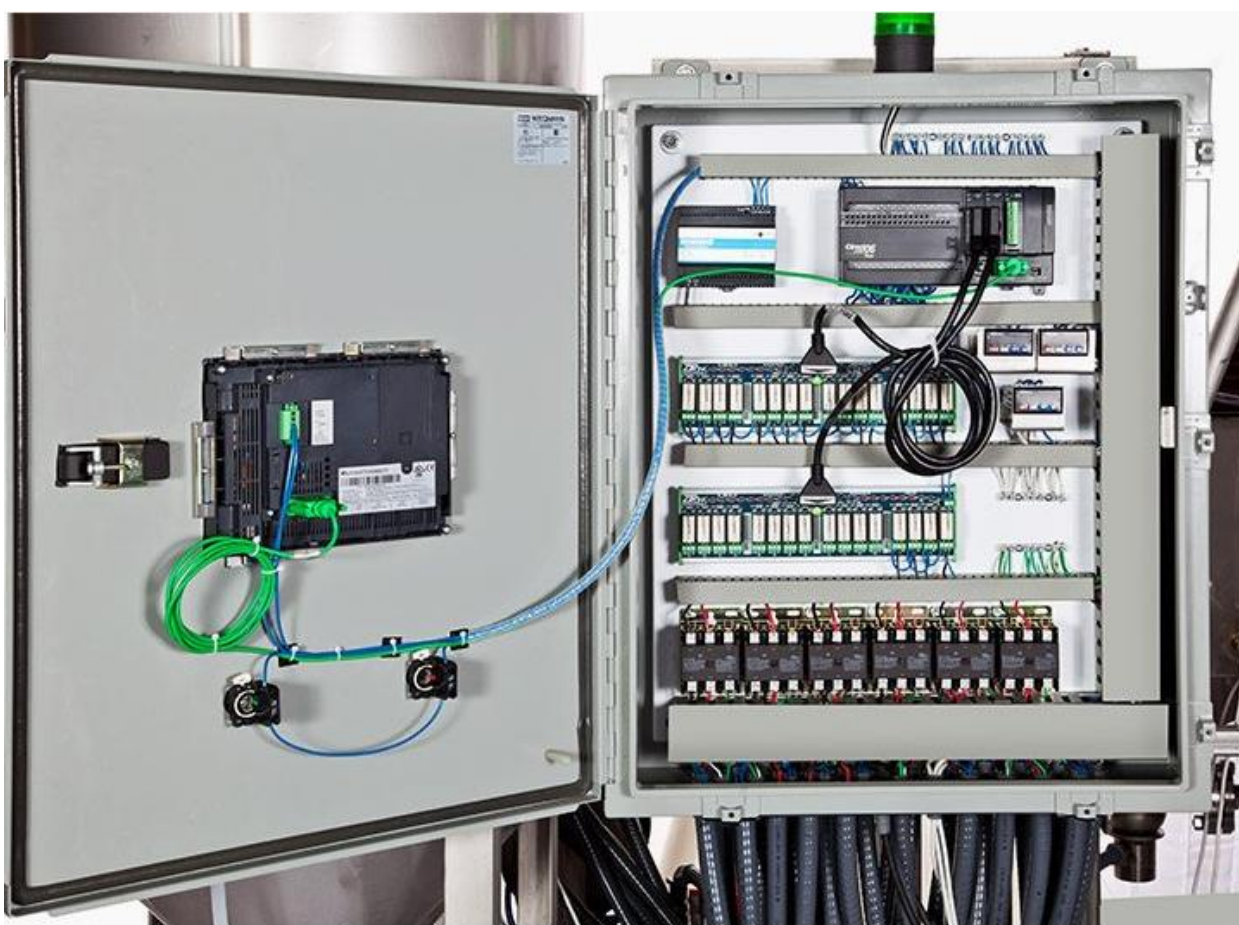


Рисунок 3.1 - Базова електрична конструкція панелі ПЛК

Електричні схеми підключення панелі ПЛК

У промислових умовах ПЛК не просто "підключений до розетки". Електрична конструкція кожної машини повинна включати принаймні наступні компоненти.

- Трансформатори - для зниження напруги живлення змінного струму до більш низьких рівнів.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-71.6.151.018.ПЗ

Лист

17

- Контакти живлення - для ручного включення / відключення живлення машини за допомогою кнопок e-stop.
- Термінали - для підключення пристроїв.
- Запобіжники або автоматичні вимикачі – приведуть до відключення живлення, якщо буде споживатися занадто великий струм.
- Заземлення - для забезпечення шляху протікання струму при виникненні електричної несправності.
- Корпус - для захисту обладнання та користувачів від випадкового контакту.

Система управління панеллю ПЛК зазвичай використовує живлення змінного і постійного струму при різних рівнях напруги. Шафи управління часто поставляються з однофазним змінним струмом 220/440/550 В, або двофазним змінним струмом 220/440 В, або трифазним змінним струмом 330/550 В.

Ця потужність повинна бути знижена до більш низького рівня напруги для елементів управління і Джерел живлення постійного струму. 110 В змінного струму поширене в Північній Америці, а 220 В змінного струму поширене в Європі та країнах Співдружності. Також часто шафа управління подає більш високу напругу на інше обладнання, наприклад на двигуни.

Приклад контролера двигуна

Приклад схеми підключення контролера двигуна показаний на рис. 3.2 .

Пунктирні лінії вказують на один придбаний компонент. Ця система використовує 3-фазний джерело змінного струму (L1, L2 і L3), підключений до клем. Потім три фази підключаються до переривника живлення. Потім всі три фази подаються на стартер двигуна, який містить три контакти, м і три реле теплового перевантаження (вимикачі).

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

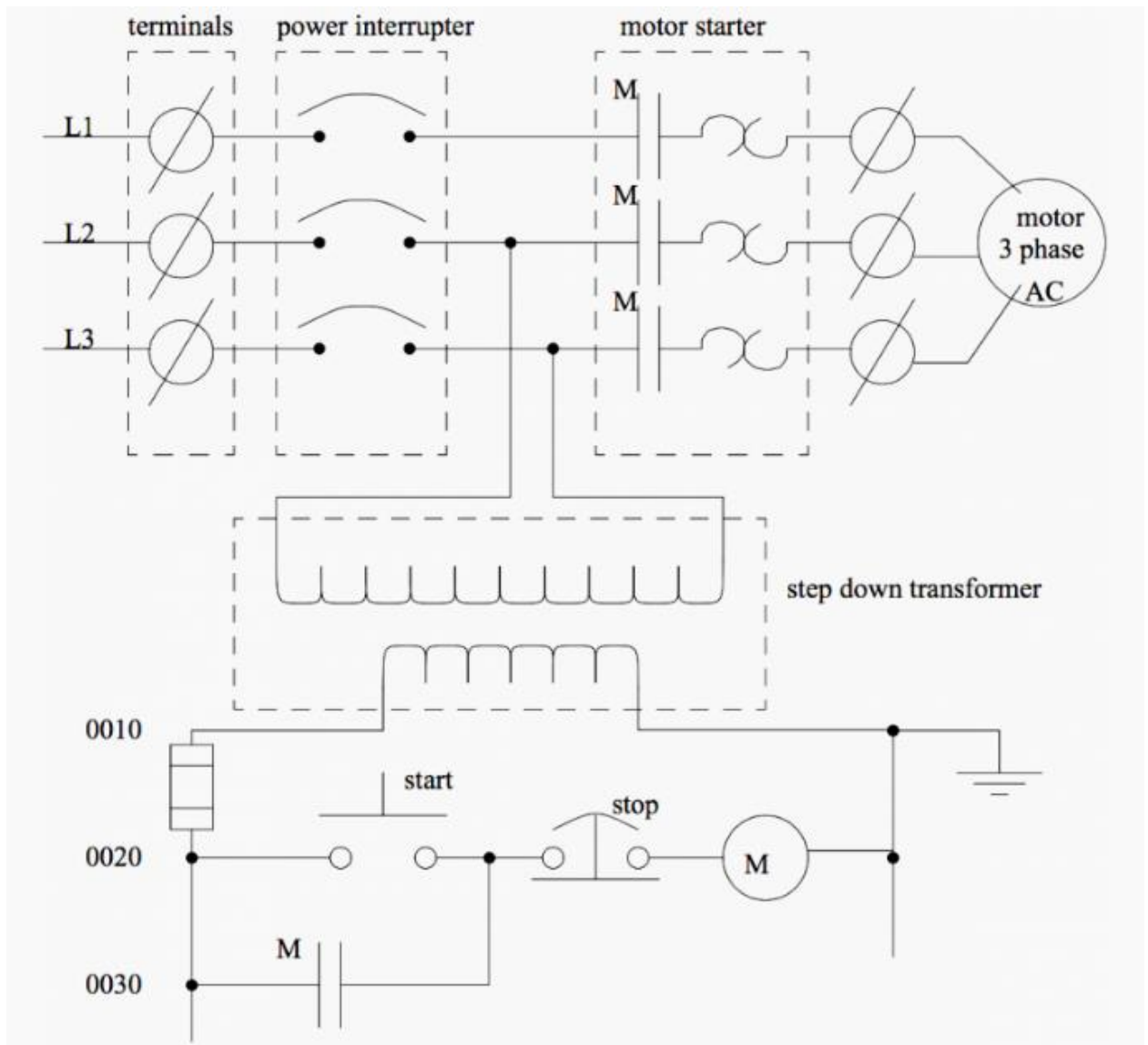


Рисунок 3.2 - Схема контролера двигуна

Контакти, М, будуть управлятися котушкою, М. Вихід стартера двигуна надходить на трифазний двигун змінного струму. Живлення подається шляхом підключення понижуючого трансформатора до керуючої електроніки шляхом підключення до фаз L2 і L3. Нижча напруга потім використовується для подачі живлення на ліві і праві рейки нижче. Нейтральна рейка також заземлена.

Логіка складається з двох кнопок:

- Перша кнопка запуску зазвичай відкрита, так що в разі збою двигун не може бути запущений.
- Друга кнопка зупинки зазвичай закрита, так що в разі збою проводу або з'єднання система безпечно зупиняється.

Примітка: Напруга понижуючого трансформатора підключається між фазами L2 і L3. Це збільшить ефективну напругу на 50% від величини напруги на одній фазі.

На діаграмі також показана нумерація проводів в пристрої. Це необхідно для промислових систем управління, які можуть містити сотні або тисячі проводів. Ці схеми нумерації часто специфічні

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

для кожного об'єкта, але є інструменти, які допоможуть зробити мітки проводів, які з'являться в шафі кінцевого контролю.

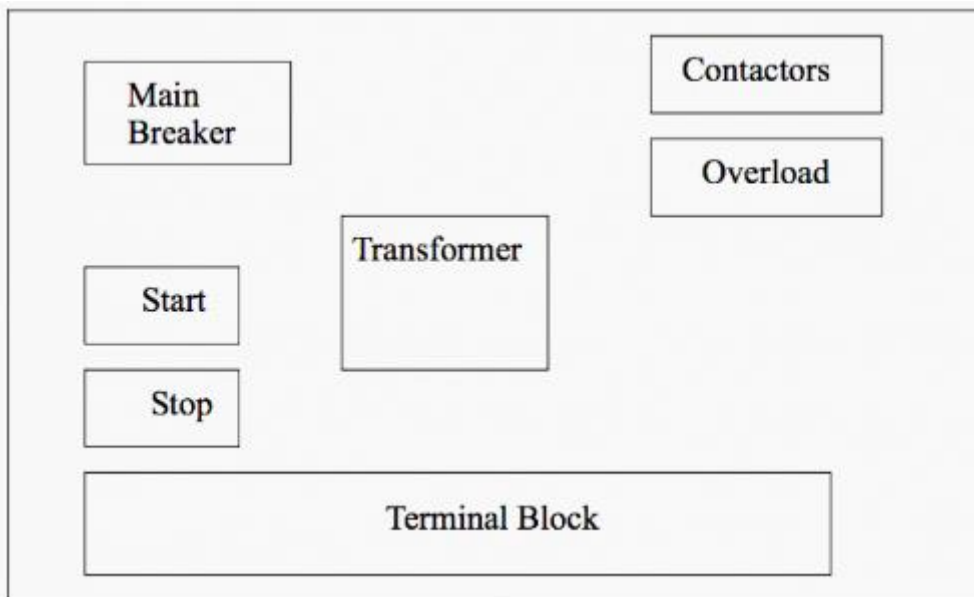


Рисунок 3.3 - Фізична компоновка шафи управління

Після завершення електричного проектування, розробляється схема шафи управління, як показано на рис. 3.3. Необхідно враховувати фізичні розміри пристроїв, і необхідний достатній простір для прокладки проводів між компонентами.

Потім він буде підключений до контактів і реле перевантаження, з яких складається стартер двигуна. Дві фази також підключені до трансформатора живлення. Кнопки запуску і зупинки знаходяться зліва від коробки (Примітка: зазвичай вони монтується в іншому місці, і буде потрібно окреме креслення макета).

Остаточний макет шафи може виглядати так, як показано на рис.3.4.

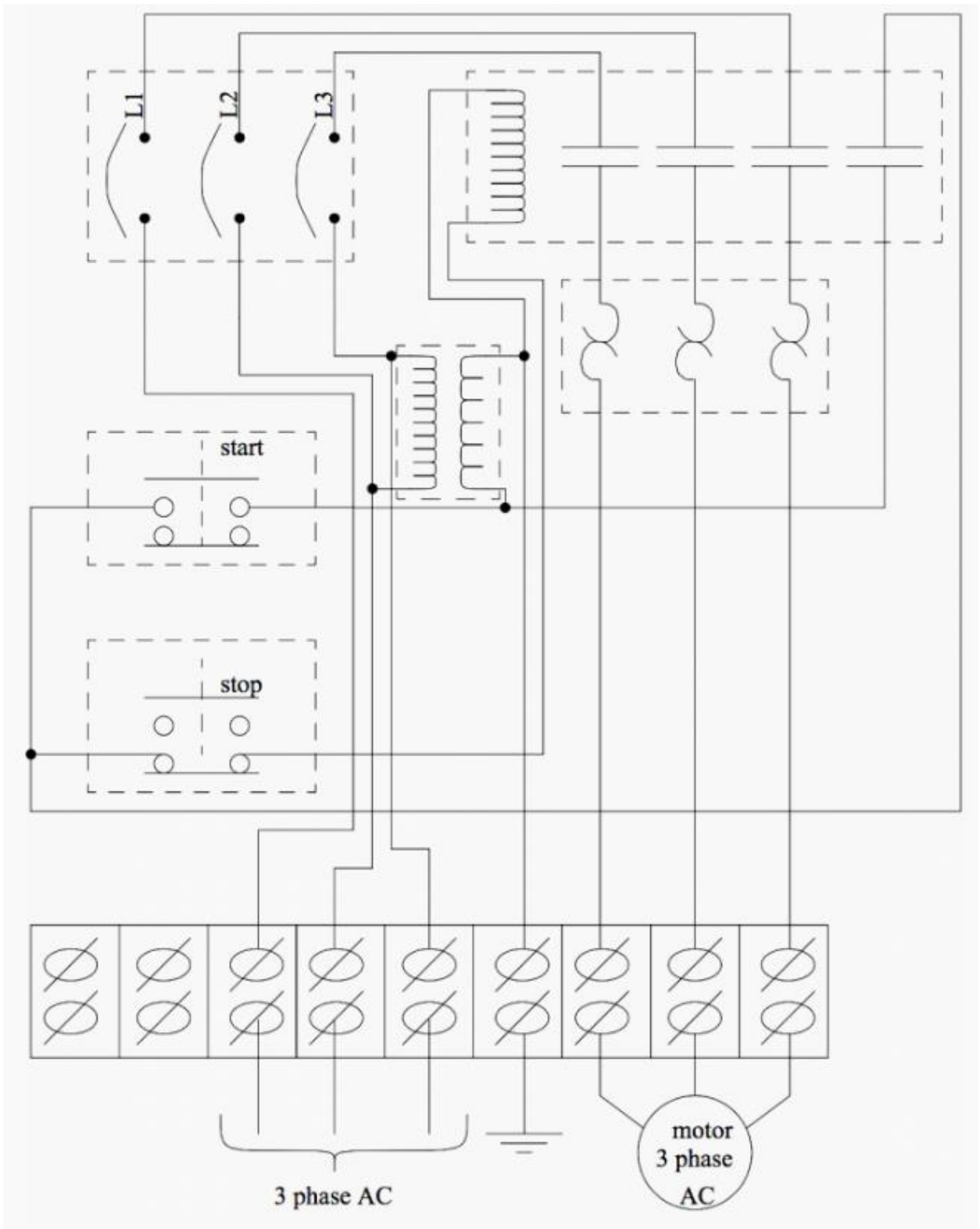


Рисунок 3.4 – Остаточний вигляд панелі ПЛК

При побудові система буде слідувати певним стандартам, які можуть бути політикою компанії або

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-71.6.151.018.ПЗ

Лист

21

юридичними вимогами.

Це часто включає в себе такі елементи, як:

- Утримання-закріпити провід, щоб вони не рухалися
- Етикетки-дротяні етикетки допомагають усунути неполадки
- Рельєфи напруги - вони будуть утримувати провід так, щоб він не виривався з гвинтових клем
- Заземлення - для забезпечення безпеки на кожній металевій деталі можуть знадобитися заземлюючі дроти

Промислова шафа управління



Рисунок 3.5 - Шафа управління з проводами та кнопками на передній панелі ПЛК

На рис. 3.6 нижче показана принципова схема системи управління двигуном на базі ПЛК, аналогічна попередньому прикладу управління двигуном.

На цьому малюнку показаний E-stop, підключений для відключення живлення до всіх пристроїв в ланцюзі, включаючи ПЛК. Всі найважливіші функції безпеки повинні бути запрограмовані таким чином [7].

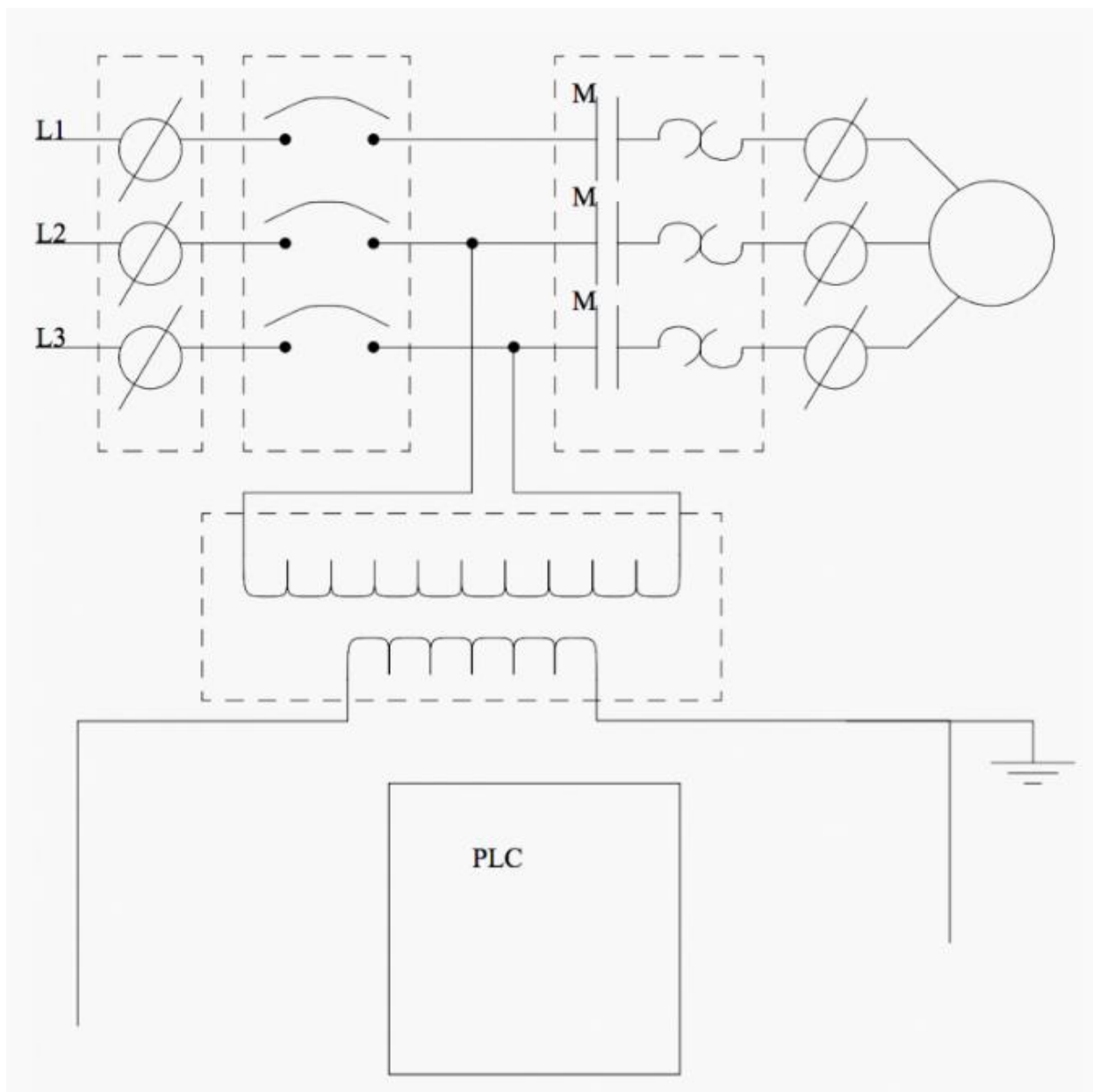


Рисунок 3.6 - Електрична схема з ПЛК

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-71.6.151.018.ПЗ

Лист

23

3.2 Вибір пристроїв для використання в теплиці

Ми вибрали плату мікроконтролера Arduino Mega 2560 для управління датчиками і двигунами/вентиляторами, встановленими всередині теплиці. Arduino Mega 2560 заснований на чіпі ATmega2560. Він складається з 54 цифрових контактів вводу-виводу, 14 з яких можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів. Він також має 16 аналогових контактів для входів, 4 UART (апаратні послідовні порти) і кварцовий генератор 16 МГц, які необхідні для підтримки мікроконтролера. На заключному етапі реалізації ми використовували 21 цифровий вивід і 7 аналогових виводів для сполучення всіх необхідних датчиків і пристроїв з мікроконтролером Arduino. Це дасть нам відмінний шанс поліпшити і масштабувати систему в майбутньому.

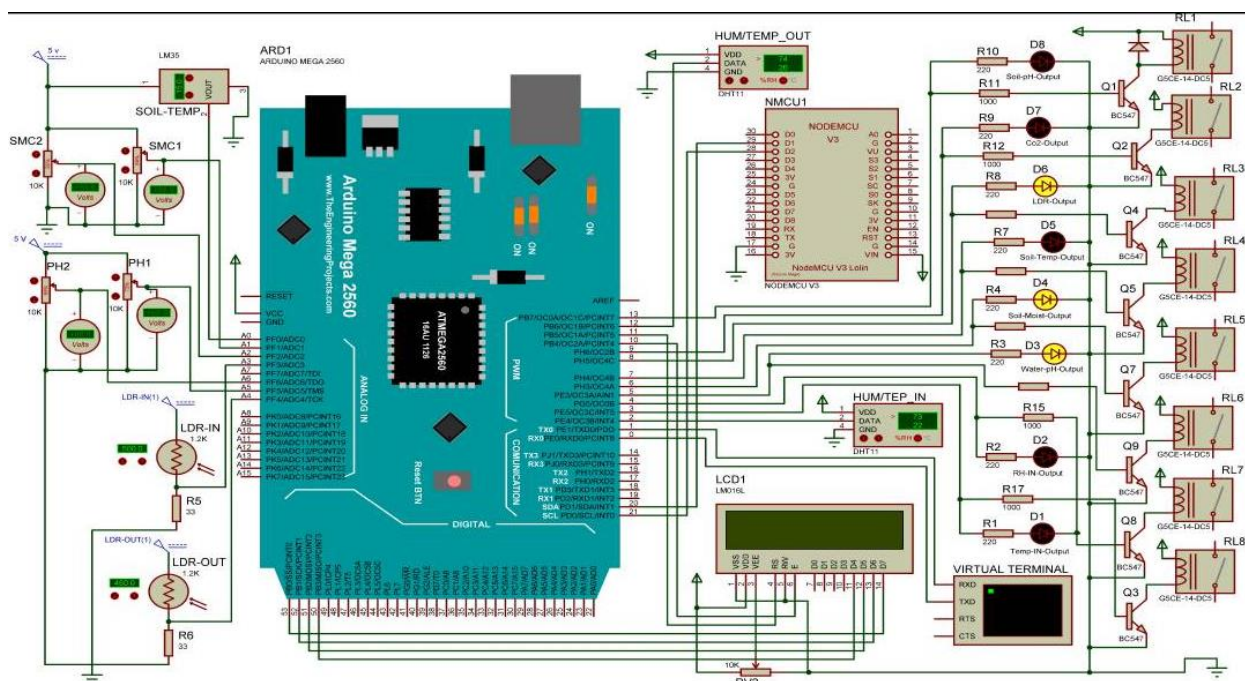


Рисунок 3.7 - Схематична імітаційна модель

Для цифрового датчика температури та вологості DHT11 ми використовували два датчики DHT11. Перший з них стосувався вимірювань всередині теплиці, а другий-вимірювань поза теплиці. Ми розглянули навколишнє середовище, тому що існує значний вплив на внутрішню вологість і температуру зовнішньої вологості і температури. Внутрішній DHT11 з'єднаний з мікроконтролером Arduino через цифровий вихід 2. Зовнішній DHT11 з'єднаний з мікроконтролером Arduino через цифровий вихід 12, як показано на рис.3.7. Датчик DHT11 оснащений каліброваним цифровим сигнальним виходом. Цей датчик використовує ексклюзивну технологію збору цифрового сигналу і технологію вимірювання температури і вологості. Таким чином, він забезпечує високу надійність і

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

відмінну довгострокову стабільність. Грунтуючись на отриманих вимірах з датчика DHT11, наша платформа буде керувати вентиляторами охолодження і вентиляторами туманообразователя всередині теплиці.

Для аналогового датчика рН ми використовували два датчики рН для вимірювання рН води в резервуарі для води і перед подачею в тепличні лінії. Завдання нашої системи полягає в тому, щоб стабілізувати рівень рН на рівні 7 протягом дуже короткого часу в залежності від кількості необхідної води. Датчик рН резервуара для води підключений до мікроконтролера Arduino на виводі А6, а датчик рН теплиці підключений до мікроконтролера Arduino на виводі А5, як показано на рис.3.7. Слід зазначити, що вимірювання проводяться в режимі реального часу. Грунтуючись на вимірах, отриманих з аналогового датчика рН, наша платформа буде керувати електричними клапанами для стабілізації рівня рН води.

Датчик газу CO2 MQ135 є ідеальним датчиком якості повітря, тому ми використовували один блок всередині теплиці для вивчення якості повітря. Ми підключили MQ135 до мікроконтролера Arduino через цифровий вихід 13. Цей датчик не показаний на схематичній імітаційній моделі, оскільки його бібліотека не була знайдена для симулятора Proteus. Дійсно, ми спеціально вибрали цей датчик, тому що він відображає свій вихід у вигляді аналогової напруги 0-5 В або у вигляді цифрового виходу. У нашій системі ми прийняли формат цифрового виводу, оскільки його чутливість можна змінювати за допомогою потенціометра. Він оснащений широким спектром виявлення з надзвичайно високою продуктивністю. На основі вимірювань, отриманих з датчика MQ135, наша платформа буде керувати вентиляторами. Два LDRS взаємодіють з мікроконтролером Arduino через контакти А3 і А4. На основі вимірювань, отриманих за допомогою внутрішнього датчика LDR, наша платформа буде керувати двигунами затінення в теплиці.

ESP8226 - це високо інтегрований модуль Wi-Fi, ми підключили його до мікроконтролера Arduino через два цифрових контакта (20 і 21). ESP8226 оснащений автономними мережевими можливостями Wi-Fi. Цей модуль має високошвидкісний кеш, який допомагає підвищити продуктивність системи, а також оптимізувати пам'ять. Це оптимальне рішення для економії енергії, оскільки його вихід VDDA приймає аналогову потужність 2,5 V:3.6 V. крім того, він швидко перемикається між режимом пробудження і режимом сну для ефективного енергозбереження. У нашій платформі ESP8226 відповідає за підключення до Інтернету. Як тільки інформація збирається з наших датчиків, вона відправляється на ESP8226 у вигляді рядкового типу даних. Потім цей рядок відправляється на наш приватний канал на платформі ThingSpeak.

16x2 символний LCD дисплей – він нам потрібен для отримання видимого зображення. Він має можливість відображати 16 символів в рядку в двох таких рядках. Він взаємодіє з

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

мікроконтролером Arduino через шість цифрових контактів (10, 11, 50, 51, 52, і 53). Він використовується в нашій платформі для відображення деякої базової інформації, такої як запуск системи, запуск датчиків, фіксація певного параметра, відправка даних в хмару і так далі. Реле G5CE-14-DC5 ідеально підходить для комутації живлення в побутових приладах або для виходів промислових пристроїв. У нашій системі ми використовували вісім реле G5CE-14-DC5. Кожне реле пов'язане з виходом для конкретного датчика і підключено до відповідних двигунів/вентиляторів всередині теплиці [8].

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

3.3 Розробка програмного забезпечення

Перед розробкою програмного забезпечення нашої системи ми розглянули що нам потрібно від системи. Система повинна:

- Відображати інформацію про стан системи в режимі реального часу кожен раз, наприклад, "Запуск системи", "Запуск датчиків", "Фіксація певного показника (рН, вологість, температура і т. д.)," відправка даних в хмару " і т. д.
- Система має можливість попереджати користувача, якщо виникли будь-які проблеми зі справністю.
- Система має достатню гнучкість для розширення за рахунок додавання більшої кількості вимірювань.

Ми ретельно стежили за формальним життєвим циклом системи, щоб отримати ефективну розробку програмного забезпечення, задовольняючи наступним основним вимогам.

Вимоги: відповідно до наших експериментів в режимі реального часу ми визначили необхідну інформацію, яку необхідно зібрати в теплиці, а також бажані результати за допомогою нашого програмного забезпечення [9].

Аналіз: я розбив основне системне програмне забезпечення на керовані блоки. Як показано на рис. 3.8, системне програмне забезпечення представлено шістьма основними блоками.

```
void loop() {
  // The main code that will run repeatedly
  // Capturing the current time
  CurrentTime = millis();

  // Checking whether a specific sensor needs setup
  if (Serial.available() != NULL) {
    // Call the SetupSensors building block (function)
    SetupSensor();
  }
  // Verify that it's the time for the new data collection
  if (CurrentTime - LastCollectTime >= CollectInterval) {
    // Assign the current time to the LastCollectTime variable
    LastCollectTime = CurrentTime;
    // Call the DataCollect building block (function)
    DataCollect();
    // Send the collected readings to the serial monitor
    SendToSerial();
    // Upload the collected measures to ThingSpeak
    SubmitToCloud();
    // Monitor the measured parameters and verify them with the predefined thresholds
    Monitoring();
  }

  // Verify that the LCD show interval has been vasted before printing new information on the LCD
  if (CurrentTime - LastCollectTime >= LCDShowInterval) {
    LastCollectTime = CurrentTime;
    sendToLCD();
  }
}
```

Рисунок 3.8 - Основний код

Детальний опис програмних керованих блоків нашої автоматизованої системи виглядає наступним чином:

- SetupSensors (): цей блок дуже важливий для зв'язку з більшістю системних датчиків з різних питань, таких як скидання, ручні показання та калібрування. Для цієї мети ми використовували функцію SetupSensors (), де кожен датчик у нашій системі ідентифікується унікальним ідентифікатором. Як тільки користувач передає ідентифікатор датчиків, що підлягають налаштуванню для функції SetupSensors (), створюється нова функція getCommand (), яка отримує команди користувача і відправляє їх датчику для подальшої настройки.
- DataCollect (): у кожному інтервалі збору даних функція DataCollect () збирає всі вимірювання та показання з дев'яти датчиків, що використовуються в нашій платформі. Слід зазначити, що кожен датчик використовує свою власну бібліотеку для виконання свого завдання на основі своєї власної функціональності.
- SendToSerial (): ця функція відповідає за друк вимірювань в реальному часі, отриманих від кожного датчика в платформі на нашому послідовному терміналі.
- SubmitToCloud (): як тільки дані були зібрані за допомогою функції DataCollect (), ця функція збирає всі дані в змінній типу string з ім'ям "CollectedData" і відправляє їх в ESP8226. Як тільки ESP8226 отримує цю змінну рядка, він надсилає зібрані дані в ThingSpeak. Слід зазначити, що цей процес виконується один раз в кожному інтервалі збору даних.
- Monitoring (): ця функція контролює виміряні параметри. Він також керує двигунами / вентиляторами системи на основі заданих порогових значень для кожного параметра. Крім того, ця функція підтримує освітлення певного параметра включеним, регулюючи його значення в межах нормального і прийнятого рівнів. Наприклад, якщо температура в теплиці стала вище 26 ° C, то загориться сигнальна лампочка температури і включаться вентилятори охолодження, щоб повернути температуру в теплиці на 24 °C. Потім охолоджуючі вентилятори і сигнальна лампа температури перестануть працювати, коли температура в теплиці стане 24 ° C. слід зазначити, що стан моніторингу системи зазвичай відображається на нашому послідовному моніторі і LCD-дисплеї.
- SendToLCD (): одним з наших основних завдань є відстеження актуальної інформації про всі параметри системи. Таким чином, ця функція використовується для прокручування інформації на LCD-дисплеї кожні п'ять секунд. Варто відзначити, що інформація, яка буде відображатися на LCD-дисплеї, - це тільки тривожні ситуації, такі як фіксація рН, фіксація температури, фіксація вологості і так далі [10].

ПОКРАЩЕННЯ ТЕПЛИЦІ

Я вирішив покращити цю теплицю за рахунок зменшення витрат електроенергії на опалення теплиці. Для цього я пропоную використовувати акумулювання тепла, суть цього принципу проста ми акумулюємо тепло якого в день є надлишок щоб використати це тепло в ночі коли його не вистачає тим самим зменшити витрати електроенергії на опалення теплиці в ночі, для цього нам необхідні сонячні колектори.



Рисунок 3.9 – Сонячні колектори

Висновок

Отже виходячи с виконаної роботи, я дослідив і покращив систему автоматизації в аеропонній теплиці, була запропонована система акумулювання тепла, за рахунок цього ми можемо економити значну кількість енергії. Роблячи цей проект було побудовано контур регулятора температури, контур регулятора вентиляторів, контур регулятора освітлення, схема інформаційно матеріальних потоків та функціональна схема. Як результат моїх досліджень ця САК має достатньо гнучкі показники та високий рівень автоматизації при невеликих капіталовкладеннях.

					СУ-71.6.151.018.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Monitoring and Control Systems in Agriculture Using Intelligent Sensor Techniques: A Review of the Aeroponic System. [Електронний ресурс]. - 2017. - Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/329799465_Monitoring_and_Control_Systems_in_Agriculture_Using_Intelligent_Sensor_Techniques_A_Review_of_the_Aeroponic_System
2. Aeroponic Greenhouse as an Autonomous System Using Intelligent Space for Agriculture Robotics. [Електронний ресурс]. - 2017. - Режим доступу до ресурсу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-05582-4_7
3. Automatic microclimate control system in an aeroponic greenhouse. [Електронний ресурс]. - 2019. - Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/337976447_A_fuzzy_microclimate_controller_for_small_indoor_aeroponics_systems
4. Функціонально-технологічна схема системи автоматичного регулювання мікрокліматом. [Електронний ресурс]. - 2019. - Режим доступу до ресурсу: <http://ukrefs.com.ua/92832-Avtomaticheskoe-upravlenie-mikroklimatom-teplicity-po-neskol-kim-parametram-s-pomosh-yu-ustanovki-ORM-1.html>
5. An Innovative Adaptive Control System to Regulate Microclimatic Conditions in a Greenhouse. [Електронний ресурс]. - 2017. - Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/318204875_An_Innovative_Adaptive_Control_System_to_Regulate_Microclimatic_Conditions_in_a_Greenhouse
6. Wiring diagrams. [Електронний ресурс]. - 2017. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.electrical-engineering-portal.com/download-center/books-and-guides/electrical-engineering/basic-wiring-for-motor-control>
7. Basic electrical design of a PLC panel. [Електронний ресурс]. - 2017. - Режим доступу до ресурсу: <https://electrical-engineering-portal.com/electrical-design-plc-panel-wiring-diagrams>
8. Methodology for selecting systems for greenhouses. [Електронний ресурс]. - 2017. - Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/307559668_METHODODOLOGY_FOR_SELECTING_AND_APPLYING_PHOTOVOLTAIC_SYSTEMS_FOR_GREENHOUSE_USES
9. Aeroponic Greenhouse as an Autonomous System Using Intelligent Space for Agriculture Robotics. [Електронний ресурс]. - 2014. - Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/263768225_Aeroponic_Greenhouse_as_an_Autonomous_System_Using_Intelligent_Space_for_Agriculture_Robotics
10. Aeroponic Greenhouse as an Autonomous System. [Електронний ресурс]. - 2019. - Режим доступу до ресурсу: https://www.academia.edu/7033774/Aeroponic_Greenhouse_as_an_Autonomous_System_using_Intelligent_Space_for_Agriculture_Robotics