

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. Кафедри

_____ Довбиш А.С.

_____ 2018 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Система автоматизованого керування процесом гідропонного вирощування
рослин

Керівник проекту:

к. ф.-м. наук, доцент

Павлов А.В.

Дипломник:

студент групи СУ-41

Осадчій С.О.

Суми - 2018

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	2		
			<u>Новозроблена</u>			
2	A4	T3	Технічне завдання	3		
3	A4		Реферат	1		
4	A4	СУ 41 6.050201 ПЗ	Пояснювальна записка	54		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новозроблена</u>			
5	A4	СУ-41. 6.050201 A1	Структурна схема автоматизації системи ГВР	1		
6	A4	СУ-41. 6.050201 A2	Функціональна схема автоматизації системи ГВР	1		
7	A3	СУ-41. 6.050201 E5	Схема підключення системи автоматизованого ГВР	1		

					<i>СУ-41.6.05020.ДП</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
Розроб.		<i>Осадчий С.О.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Провер.		<i>Павлов А.В.</i>					
Реценз.					<i>СумДУ СУ-41</i>		
Н. Контр.							
Утверд.							
					<i>Система автоматизованого керування процесом гідропонного вирощування рослин</i>		

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Довбиш А.С.

_____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Осадчому Сергію Олександровичу

1. Тема проекту: Система автоматизованого керування процесом гідропонного вирощування рослин.
2. Затверджено наказом ректора університету. № 1019.ІІІ від “29” травня 2018р.
3. Термін здавання студентом закінченого проекту “01” червня 2018р.
4. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація та перелік літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу відповідної установки.
5. Зміст пояснювальної записки: огляд існуючих гідропонних систем і методів вирощування, переваги та недоліки гідропонного методу вирощування рослин в порівнянні з ґрунтовим, автоматизована гідропонна система, система керування кліматом гроубоксу, автоматизована підтримка параметрія, мікроконтролерна відладочна плата Arduino Uno, засоби формування мікроклімату в гроубоксі, мови програмування стандарту МЕК

61131-3, використання мови FBD для написання програми керування ГС, робота з MasterOPC Universal Modbus Server, створення SCADA в програмі SIMP Light SCADA, модернізація системи, економічна частина, охорона праці, висновки.

6. Перелік графічних матеріалів: 33 рисунки, 10 таблиць, 8 додатків.

7. Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок - кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	18.01.2018 – 20.02.2018
2	Розгляд систем гідропонного вирощування рослин.	21.02.2018 – 01.03.2018
3	Створення гідропонного гроубоксу.	02.03.2018 – 25.03.2018
4	Відлагодження програми та створення SCADA	26.03.2018 – 05.04.2018
5	Розроблення основних схем автоматизації.	06.04.2018 – 24.05.2018
6	Проведення кошторису та розгляд питань щодо охорони праці.	25.05.2018 – 28.05.2018
7	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації.	01.06.2018

8. Дата видачі завдання " 18 " січня 2018 р.

Керівник проекту:

К.ф.-м.н., доцент

Павлов А.В.

До виконання прийняв:

студент-дипломник

групи СУ-41

Осадчий С.О.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи автоматизованого керування процесом
гідропонного вирощування рослин

Розробник:

студент гр. СУ-41

Осадчій С.О.

Погоджено:

керівник проекту

к.ф.-м.н, доцент

Павлов А.В.

Суми – 2018

1. *Назва і галузь застосування* система автоматизованого керування процесом гідропонного вирощування рослин; мала автоматизація та виробництво.

2. *Підстави для проектування*: Наказ ректора Сумського державного університету № 1019.ІІІ від 29.05.2018;

3. *Мета і призначення проекту*: Проаналізувати існуючі системи автоматизації та розробити основні схеми автоматизації; Створити систему автоматизованого керування процесом гідропонного вирощування рослин

4. *Джерела розроблення*: конструкторська документація отримана під час проходження виробничої практики, результати аналізу систем гідропонного вирощування рослин.

5. *Режими роботи об'єкта*: цілодобовий режим роботи, з щоденними технічними роботами 1 год, та технічними роботами не частіше одного разу на місяць для генеральної перевірки стану об'єкта .

6. *Умови експлуатації СК*: живлення основного комп'ютера від однофазної фазної мережі змінного струму: напруга – 220 В; частота – 50 Гц; живлення блоку живлення для системи: напруга – 220В; частота – 50 Гц; живлення плати керування, контролеру та драйверів крокових двигунів – 5 В постійного струму. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації від дії навколишнього середовища не нижче ІР41.

7. *Технічні вимоги*: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 2.702 – 75 Правила виконання схем; ДСТУ 2.709 – 89 Умовні позначення контактних з'єднань електричних елементів, обладнання і частин кіл в електричних схемах; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8. *Економічні показники:* кошторис елементів відповідної системи з описом вартості відповідних комплектуючих для системи керування процесом гідропонного вирощування.

9. *Стадії та етапи проектування:*

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок - кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	18.01.2018 – 20.02.2018
2	Розгляд систем гідропонного вирощування рослин.	21.02.2018 – 01.03.2018
3	Створення гідропонного гроубоксу.	02.03.2018 – 25.03.2018
4	Відлагодження програми та створення SCADA	26.03.2018 – 05.04.2018
5	Розроблення основних схем автоматизації.	06.04.2018 – 24.05.2018
6	Проведення кошторису та розгляд питань щодо охорони праці.	25.05.2018 – 28.05.2018
7	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації.	01.06.2018

9. *Додатки:* Додаток А: Конструкторська документація; Додаток Б: Канали передача інформації з MODBUS на віртуальні канали SIMP Light; Додаток В: Система контролю та диспетчеризації гідропонної системи; Додаток Г: Плата керування температурою; Додаток Д: Серєда розробки FLProg; Додаток Е: Програма керування процесом гідропоннійної системи.

РЕФЕРАТ

Осадчий Сергій Олександрович. Система автоматизованого керування процесом гідропонного вирощування рослин. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2018 р.

Проект містить : 54 сторінок, 33 рисунки, 10 таблиць, 8 додатків, 3 схеми. При виконанні дипломного проекту було використано 23 літературних джерела.

Досліджено систему гідропонного вирощування рослин, а також розроблено конструктив гроубоксу. Розроблено технічне завдання. Розроблено програмне забезпечення для роботи системи керування процесом. Розраховані економічні витрати даного проекту. В ході проекту була розроблена система автоматизованого вирощування рослин гідропонним методом, призначена для використання в домашніх умовах, з подальшою можливістю реалізації в промислових масштабах.

Ключові слова: система керування, підсистеми підтримки оптимальних робочих параметрів верстата, верстат з ЧПУ, верстат, підсистем. гроубокс, система керування, алгоритм, програмне забезпечення, віртуальний сервер, SCADA, IoT.

ABSTRACT

Osadchy Sergey Alexandrovich. The system of automated control of the process of hydroponic plant cultivation. Degree project. Sumy State University. Sumy, 2018

The project contains: 51 pages, 32 drawings, 8 tables, 8 annexes, 3 schemes, 1 specification. During the implementation of the diploma project 23 literary sources were used.

The system of hydroponic plant cultivation has been investigated, and the structure of grocery boxes has been developed. A technical task has been developed. Software for process control system development is developed. Calculated economic costs of this project. In the course of the project a system of automated plant cultivation was developed using the hydroponic method, intended for use at home, with the subsequent possibility of realization on industrial scale.

Key words: control system, subsystem of maintenance of optimum working parameters of the machine tool, CNC machine, machine tools, subsystems. groubox, control system, algorithm, software, virtual server, SCADA, IoT.

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Довбиш А.С.

_____ 2018 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Система автоматизованого керування процесом гідропонного вирощування
рослин

Керівник проекту:

к. ф.-м. наук, доцент

Павлов А.В.

Дипломник:

студент групи СУ-41

Осадчій С.О.

Суми - 2018

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
1 ГІДРОПОННЕ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН	6
1.1 Огляд існуючих гідропонних систем і методів вирощування.....	6
1.2 Переваги та недоліки гідропонного методу вирощування рослин в порівнянні з ґрунтовим.....	10
2 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН У ГІДРОПОННОМУ ГРОУБОКСІ	13
2.1 Автоматизована гідропонна система	13
2.2 Система керування кліматом гроубоксу.....	14
3 ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ГВР В ГРОУБОКСІ.....	22
3.1 Автоматизована підтримка параметрів	22
3.2 Мікроконтролерна відладочна плата Arduino Uno	22
3.3 Засоби формування мікроклімату в гроубоксі.....	25
4 ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ГВР.....	35
4.1 Мови програмування стандарту МЕК 61131-3	35
4.2 Використання мови FBD для написання програми керування ГС	37
4.3 Робота з MasterOPC Universal Modbus Server	37
4.4 Створення SCADA в програмі SIMP Light SCADA	40
5 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ	43
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	44
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
7.1 Загальні положення.....	46
7.2 Вимоги щодо застосування засобів захисту працюючих	48
ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52

					СУ-41.6.050201.ДП							
зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Система автоматизованого керування процесом гідропонного вирощування рослин			Арк.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Осадчий С.О.						Т	2	54		
Перевір.		Павлов А.В.						СумДУ СУ-41				
Реценз.												
Н. Контр.												
Затверд.												

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СУ – система управління

САУ – система автоматичного управління

ГС – гідропонна система

АГС – автоматизована гідропонна система

МК – мікроконтролер

Д – давач

ПЗ – програмне забезпечення

ПЛК – програмований логічний контролер

Т – температура

СА – схема автоматизації

КК – контур керування

ККТ – контур керування температурою

ГВР – гідропонне вирощування рослин

ГСВР – гідропонна система вирощування рослин

АГСВР – автоматизована гідропонна система вирощування рослин

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Гідропоніка - спосіб вирощування рослин в безґрунтових середовищах штучного типу [19]. При вирощуванні гідропонним методом, рослини живляться поживним розчином в якому знаходиться їх коріння. Середовище являє собою волого-повітряне, сильно аерованне водне середовище, або середовище з твердого пористого субстрату, що сприяє диханню коренів, і вимагає порівняно частого (або постійно-крапельного) поливу живильним розчином.

Ідея безґрунтової культури рослин зовсім не нова. Фізіологи рослин уже більше 100 років використовують поживні розчини для лабораторних досліджень. Американські вчені першими побачили можливості промислової гідропоніки. Еліс та Суоней в 1938р., Турнер та Генрі в 1939р., Геріке та Лорі в 1940р. почали дослідницькі роботи в цій області.

Системи безґрунтового вирощування рослин (гідропонні системи) можна реалізувати майже в будь – яких кліматичних та географічних умовах. Що робить їх дуже корисними в регіонах які часто страждають від посухи, або ж мають зовсім несприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур.

Але стоячи на порозі 4 промислової революції (промисловості 4.0), яка докорінно змінить наше ставлення до життя і роботи. Поки що ми не знаємо, як вона буде розвиватися, але точно ясно що вона: охопить всі сфери промисловості, сільського – господарства, та докорінно змінить життя людей.

В першій промисловій революції використали енергію води і пару для механізації виробництва. В другій використовували електроенергію для створення масового виробництва. В третій було задіяно електроніку для автоматизації виробництва. На основі третьої промислової революції в купі з інформаційними технологіями і будується бачення четвертої промислової революція. І головним чином вона характеризується впровадженням технологій, які розмивають кордони між фізичною, цифровою та біологічною сферами.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В основі четвертої промислової революції лежить ідея яка змінює концепцію виробництва і не тільки, що використовувалась до того. В рамках інтелектуального виробництва автоматизація, яка визначається програмним забезпеченням, машини які повідомляють про свій стан в режимі реального часу, підвищуючи свою ефективність і зводячи до мінімуму час простою.

На цій базі можна збудувати систему по вирощуванню рослин, яка володітиме значно кращими характеристиками завдяки інтелектуальним та машинним засобами керування, та координування дій. Оптимізація операційних витрат та машинний підхід дозволяє перейти до точного землеробства. Технології точного землеробства полягають у виявленні неоднорідностей окремо взятої ділянки. Фермер, використовуючи ці знання, може локалізувати проблему і вносить добрива або ж знешкоджує шкідників тільки на певній ділянці. У процесі спостереження за системою використовуючи знання та машинні бази можна прогнозувати час дозрівання і обсяги врожаю.

Гідропонна система й так використовує значно менше води ніж звичайний полив земельної ділянки, а використовуючи машинні методи оцінки та «розумні давачі» витрати води можна зовсім звести до мінімуму. Крім того, фермерам не треба виконувати значну частину роботи - тепер вони можуть зосередитися на інших справах.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ГІДРОПОННЕ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН

1.1 Огляд існуючих гідропонних систем і методів вирощування

Гідропонних методів вирощування рослин багато. Вони відрізняються способами постачання до кореневої системи рослин води, мінеральних елементів і пестицидів.

Розглянемо деякі з них.

Агрегатопоніка – метод вирощування рослин на субстратах твердого типу які володіють малою вологоємністю а саме: пісок, гравій, вермикуліт, керамзит, перліт та ін. Коренева система при вирощуванні культур на твердих субстратах, розміщується в піску, гравії або інших заміниках ґрунту, та поглинає мінеральні елементи з розчину, які подаються в субстрат. В процесі користування субстрати як правило засолюються або забруднюються рослинними рештками, цим погіршують ріст наступних посівів, через це їх потрібно піддавати хімічному відновленню, раз в декілька років.



Рисунок 1.1 - Приклади гідропонної систем типу «Агрегатопоніка»

Хемопоніка – метод гідропонного вирощування рослин який базується на використанні в якості субстрату наступних видів органічних матеріалів: верховий торф зі ступенем розкладання 30 %, деревну кору, мох сфагнум, рисове лушпиння, тирсу, відходи бавовнику тощо. Строк використання цих матеріалів як субстрату 1 - 2 роки. Деякі з органічних матеріалів потребують

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

попередньої підготовки – здрібнювання (кора, стружка. Мінеральне живлення здійснюють поверхневим зрошуванням поживним розчином. Хемопоніка не потребує спеціального устаткування, її можна застосовувати у всіх видах закритого ґрунту. В останні роки усе більшого поширення набула культура на кокосовому субстраті з тривалим строком його використання.

Аеро - гідропоніка (часто просто "аеропоніка") - один з сучасних методів культивування рослин, який базується на оксигенізації води шляхом проходження її через повітря. Для цього є безліч способів із застосуванням повітряних і водяних насосів або вирів. Цей метод є одним з найбільш сучасних методів гідропоніки. Багато хто помилково називає даний метод «аеропоніка», але він не є таким. Метод розроблявся паралельно в Ізраїлі і в Каліфорнійському університеті в Девісі з кінця 1970-х до середини 1980-х років. Він витісняє більш традиційні методи, особливо в країнах, де комерційна гідропоніка тільки вступила в свої права. Як і замкнуті системи циркуляції, вони не завдають шкоди навколишньому середовищу. На великомасштабних підприємствах, що забруднюють навколишнє середовище, вони приходять на зміну поширеній сьогодні технології, при якій надлишки відправляються в відходи. Крім цього, завдяки динамічній циркуляції води вони допомагають видаляти небажані гази з живильного розчину. Можна підтримувати рослини місяцями без токсичних накопичень в кореневій зоні.



Рисунок 1.2 - Аеро – гідропоніка

Хайпоніка - це один з найбільш прогресивним методів гідропоніки, який базується на застосування сучасного обладнання для створення найбільш

						СУ-41.6.050201.ДП	Арк. 7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

сприятливих умов росту рослини і максимальної реалізації його генетичного потенціалу. Застосування хайпоніки дозволяє добитися швидкості розвитку плодів в 4-5 разів вище, ніж у рослин, які культивують в звичайній землі. У «хайпоніці» не застосовується ніяких гормональних препаратів, стимуляторів, які штучно прискорюють ріст. Рослина отримує тільки ті речовини, які не може отримати в природних умовах в необхідній степені. Винахідником методу хайпоніки є японський вчений Шигео Нозава - засновник компанії KYOWA со., LTD.

За типом конструкційної реалізації можна поділити на:

Пасивні системи гідропоніки, термін «пасивний» має на увазі, що система не оснащена насосом, а працює за рахунок капілярних сил гніту, який піднімає живильний розчин з бака в кореневу зону. З ґрунтом в горщику ці методи багато років використовуються в розплідниках або квіткових магазинах. На них часто культивуються домашні рослини, головним чином тому, що ці системи можуть якийсь час підтримувати життя листяних зелених декоративних рослин, які ростуть дуже повільно, якщо взагалі ростуть.

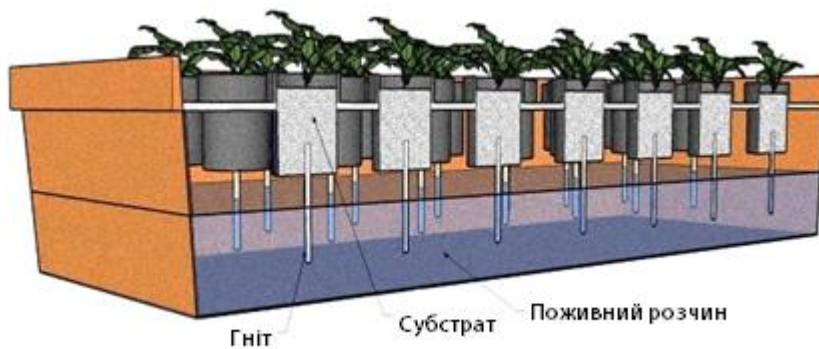


Рисунок 1.3 - Пасивна гідропонна система

Система періодичного затоплення. В наш час в гроубоксах актуально застосовувати насоси і таймери. Найбільш поширеною та простою є система періодичного затоплення, яка являє собою дві ємності розташовані одна над одною, в верхній ємності вирізаються два отвори перший для закачки розчину з нижньої ємності, а другий для встановлення максимального рівня рідини в

										Арк.
										8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-41.6.050201.ДП					

ємності (рис. 1.4). По проходженню заданого інтервалу, вмикається насос і через перший отвір повільно заповнює рідиною ємність, звільняючи накопичені газу в кореневій системі.

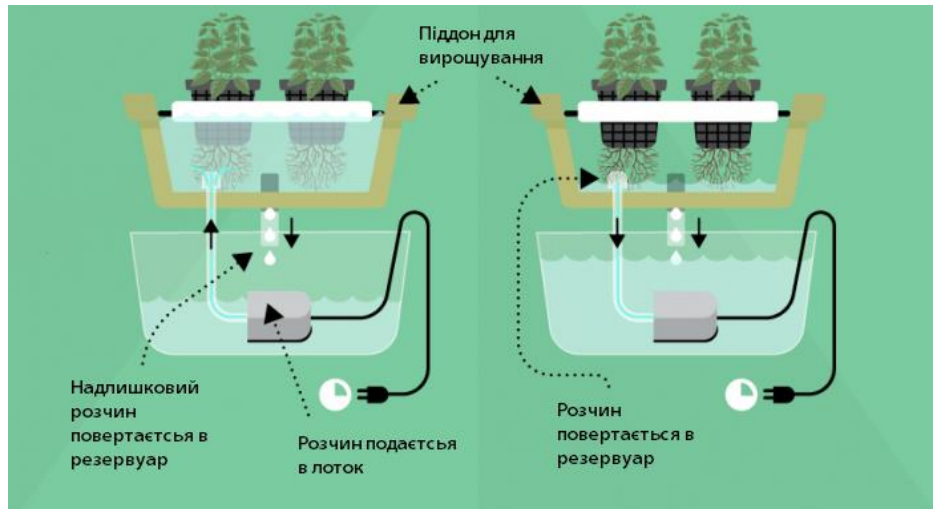


Рисунок 1.4 - Система періодичного затоплення

Техніка живильного шару або NFT. (Nutrient Film Technique) - ще один популярний гідропонний метод вирощування рослин. Як випливає з назви, живильний розчин постійно циркулює тонким шаром. Метод розроблений в Англії Алленом Купером в 1960-х роках.

Та обставина, що живильний розчин переміщається в дуже тонкому шарі (завтовшки в пару міліметрів), забезпечує таким чином величезну площу поверхні для дотику між повітрям і водою. NFT - найпоширеніший метод для вирощування швидкостиглих культур, наприклад, салатів і кулінарної зелені.

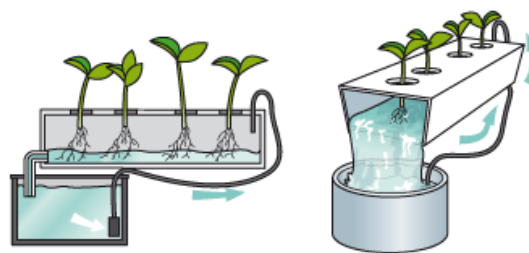


Рисунок 1.5 - Техніка живильного шару

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Техніка глибинного потоку або DFT. Метод гідропонного вирощування рослин, який являється одним з різновидів методу *живильного шару*. На відміну від NFT, прокачка розчину відбувається періодично а не постійно. Глибина шару розчину зазвичай встановлюється перегородкою або отвором в кінці труби, тож глибина розчину дорівнює 4-5 см, для труби з 10 см діаметру. Тим самим вирішуються багато проблем NFT. За рахунок великого обсягу розчину, відбувається стабілізація рівня рН, та температури. Отримуючи великі порції розчину рослини не так сильно страждають від перебоїв в роботі насосу.



Рисунок 1.6 - Техніка глибинного потоку

1.2 Переваги та недоліки гідропонного методу вирощування рослин в порівнянні з ґрунтовим

Переваги вирощування гідропонним методом:

- *Раціональне використання простору.* Кореневищу немає необхідності поширюватися так, як в ґрунті. Рослини можуть отримувати все необхідне живлення на обмеженій площі, не вступаючи в конкурентну боротьбу. До того ж, для створення гідропонікумів можна використовувати абсолютно непридатну для звичайного вирощування рослин територію.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- *Економія водних ресурсів.* Якщо в якості кореневого середовища служить вермикуліт, то витрата води скорочується в 20 разів у порівнянні з витратою води польовими рослинами. При безгрунтовому культивуванні часто можна використовувати воду, зовсім непридатну для рослин, які ростуть у ґрунті. Очищати воду для польових культур нерентабельно, так як вона просочується в ґрунт і втрачається. У гідропонікумах виключені ерозія і вимивання рослин сильними зливами, тому що весь надлишок води стікає з піддонів через дренажну систему. При використанні корневих субстратів, що не володіють вологоємністю, рівень води в піддонах залежить від розмірів частинок субстрату. Навіть при заповненні піддонів субстратами, що не абсорбують воду, витрата води становить восьму частину витрат тими ж культурами в польових умовах.

- *Економія поживних речовин.* Вирощувані на гідропоніці культури практично цілком засвоюють всі речовини з живильного розчину.

- *Контроль і управління живленням.* У будь - якому випадку ви можете контролювати якість і кількість елементів, що потрапляють до кореневої зони.

- *Оптимально використання генетичного потенціалу рослин.* У більшості випадків в гідропоніці є можливість створити для рослин оптимальні умови з точки зору живлення, освітленості, температури, вологості, CO₂.

- *Догляд за рослинами.* У гідропонних грядках не буває бур'янів, кротів, нематод. З озимої совкою легко боротися затопленням. Відпадають витрати

- праці на полив, внесення добрив, вапнування, боротьбу з бур'янами і т.п. У більшості гідропонних систем є доступ до коріння, що дозволяє вирішувати можливі проблеми з патогенами.

- *Механізація.* Не потрібно ніяких сільськогосподарських знарядь і машин, за винятком насосів для подачі поживних розчинів.

									СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
										11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

- *Врожаї.* Завдяки загущених посівах врожаї сильно зростають, у деяких культур, наприклад, в 20 разів (у порівнянні з врожаями цих же культур в польових умовах). До того ж, якість даного врожаю значно вище, ніж при ґрунтовій культурі.

- *Чиста продукція* характерна для гідропонного способу, так як вона незабризкується брудом при сильних дощах.

- *Сівозміни.* У гідропонікумах не потрібні сівозміни. Можна сіяти одну і туж культуру беззмінно кілька років. В одному піддоні протягом п'яти років взимку і влітку вирощували салат. Однак при цьому відіграють роль кліматичні умови, а також характер укриття піддонів.

- *Стандартизація.* Агротехніку і поживні розчини для кожної культури легко стандартизувати, завдяки чому полегшується вирощування рослин.

- *Робоча сила.* Двоє людей під керівництвом фахівця можуть обслуговувати гідропоніку ми на площі 0,4 га. При вирощуванні помідорів на тій же площі потрібно чотири людини, при вирощуванні гвоздики - вісім чоловік. Для збору врожаю потрібні ще кілька людей.

- *Вирощування культур у екстремальних умовах.* Гідропонні системи дають можливість вирощувати різні культури на космічних станціях, сховищах на випадок землетрусу або тайфуну.

Недоліки промислової гідропоніки:

- Для створення гідропонного господарства потрібні великі кошти.
- Для ведення гідропонного господарства необхідно володіти більшими знаннями, ніж при веденні звичайної овочевого господарства.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН У ГІДРОПОННОМУ ГРОУБОКСІ

Розглянувши типи гідропонних системи та ознайомившись з їх перевагами та недоліками обрано систему глибинного потоку. Через ряд наведених переваг і порівняно невелику кількість недоліків. Перед створенням автоматизованої гідропонної системи необхідно ознайомитися з вимогами, які можуть до неї пред'являтися, а також розглянути варіанти апаратної бази, на основі якої може бути створена така система.

2.1 Автоматизована гідропонна система

Основним призначенням автоматизації ГС є моніторинг різних показників давачів і управління оптимальними умовами для росту рослин, які вимагають певного діапазону температури, світла, вологості і складу повітря (кисень, двоокис вуглецю і азот), а також поживного розчину для зростання.

Закрита структура гідропонної системи допомагає контролювати багато з цих факторів, щоб допомогти в розвитку рослин і збільшенні кількості і якості врожаю. Але які саме чинники контролюються в гідропонній системі?

Дана система автоматизації може виконувати наступні контролюючі та керуючі функції:

Воду - тому що немає прямих опадів, а вирощування проводиться безпосередньо в поживному розчині, потрібно керувати об'ємом води і часом прокачки для оптимізації росту.

Тепло - спроба запобігання перегрівання або замерзання - для полуниці та інших теплолюбних культур, ніякого зростання не відбувається нижче 10°C або вище 30 ° C, може погіршитися колір плода, якщо температура підніметься вище 29 ° C.

Світло - будь-яке покриття буде блокувати деякий відсоток світла (або певних довжин хвиль світла), доступних для рослин - затінення може бути корисним, коли занадто жарко.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Витрата повітря і вологість - якщо ГС буде повністю закрита, вологість підвищиться, і оскільки здорові зростаючі рослини як поглинають так і виділяють кисень то в день, рівень вуглекислого газу зменшиться, а кисню збільшиться. І навпаки, вночі, коли рослини використовують більше кисню і виділяють вуглекислий газ. Грибок може з'являтися на деяких рослинах при вкрай низькій або високій вологості.

Таким чином, ми або приділяємо дуже пильну увагу і коригуємо все вручну, або створюємо автоматично керовану систему для управління гідропонним середовищем.

При вивченні гідропонної системи було розроблено структурну схему (Додаток Б) звідки визначено задачу - автоматизувати наступні контури керування:

2.2 Система керування кліматом гроубоксу

Керування температурою. В контролері виставляється бажана температура – назовемо її контрольною, або заданою, температурою. Температурний датчик вимірює фактичну температуру. Різницею фактичної температури і заданої визначається величина відхилення. Потім контролер отримує цю величину для обчислення потужності, яку треба подати на виконуючий пристрій (рис.2.1). Який являє собою нагрівач з функцією плавної зміни температури за допомогою PWM сигналу.

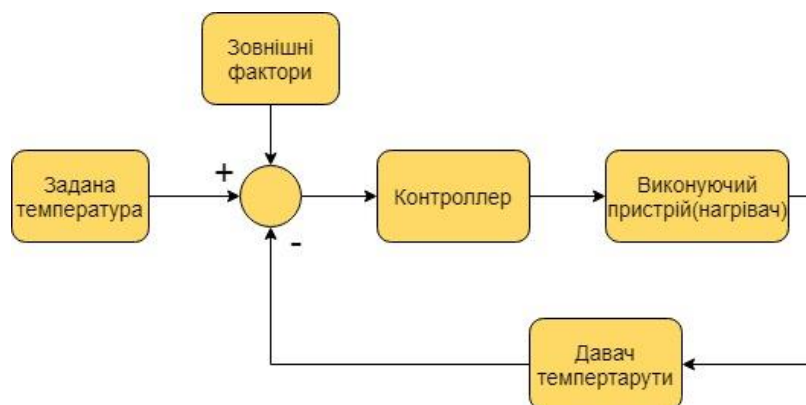


Рисунок 2.1 - Алгоритм керування уставкою температури

В структурному представленні системи керування температурою гідропонної системи зображено на (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 - Структурна схема системи керування температурою

Якщо температурне відхилення має додатну величину (тобто задана температура більша за фактичну), значить в гідропонній системі достатньо холодно, щоб посилити PWM для нагрівача. Або ж, якщо фактична температура стала більшою за задану, то, в гідропонній системі достатньо жарко, щоб знову понизити PWM для нагрівача. В цій системі для реалізації системи регулювання температури шляхом плавного регулювання нагрівача використовується плата Arduino та давач температури. Роль нагрівача середовища виконує індуктивне джерело тепла.

Для уставки заданого рівня температури можна подавати відповідні команди з комп'ютеру оператора, зчитувана температура також буде відображатись на цьому моніторі. Зчитувані показники температури можна копіювати та вставляти в електронну таблицю, створюючи з її допомогою графіки, які показують якість регулювання температури.

Керування вологістю. В контролері виставляється бажана вологість – назовемо її контрольною, або заданою, вологістю. Давач вимірює фактичну вологість. Різницею фактичної вологості і заданої визначається величина відхилення. Потім контролер отримує цю величину для обчислення потужності, яку треба подати на виконуючий пристрій. В даному випадку зволожувач повітря який працює тільки в режимі ввімкнення/вимкнення.

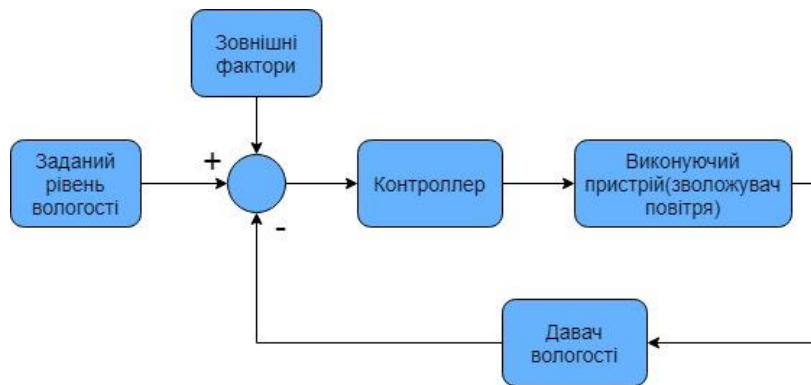


Рисунок 2.3 - Алгоритм підтримання заданого рівня вологи

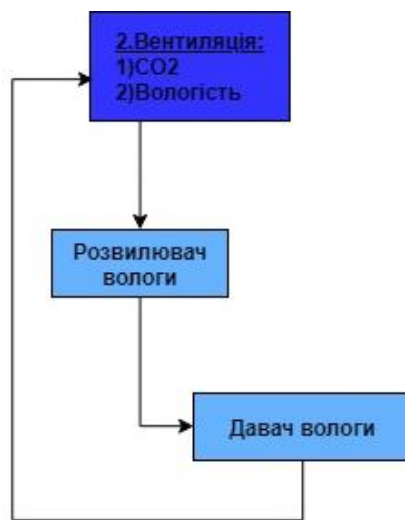


Рисунок 2.4 - Структурна схема системи керування вологістю

Якщо відхилення вологості має додатну величину (тобто задана вологість більша за фактичну), значить в гідропонній системі достатньо сухо, щоб ввімкнути зволожувач повітря. Або ж, якщо фактична вологість стала більшою за задану, то, в гідропонній системі достатньо волого, щоб знову вимкнути зволожувач повітря. В даному випадку для реалізації системи регулювання вологості шляхом ввімкнення/вимкнення зволожувача повітря використовується плата Arduino та давач вологості. Роль зволожувача середовища виконує генератор туману.

Для уставки заданого рівня вологості можна подавати відповідні команди з комп'ютера оператора, зчитувана вологість також буде відображатись на цьому моніторі. Зчитувані показники вологості можна копіювати та вставляти в електронну таблицю, створюючи з її допомогою графіки, які показують

якість регулювання вологості.

Керування освітленістю. В даний час в більшості тепличних освітлювальних систем використовуються адаптовані для рослинництва натрієві лампи високого тиску - так звані аграрні натрієві лампи. Однак у цих ламп лише третина витраченої енергії перетворюється у випромінювання, ефективне для фотосинтезу, а це означає, що виробляється також багато зайвого тепла. Згідно з дослідженнями інституту «Гіпронсельпром», для отримання оптимальної норми освітленості в теплиці для вирощування розсади, яка дорівнює 40 Вт / м, необхідно використовувати натрієву лампу потужністю мінімум 120 Вт, а для отримання норми освітленості в теплиці для вирощування на продукцію, що дорівнює 100 Вт / м - лампу потужністю мінімум 300 Вт. При фотоперіоді вирощування розсади 14 годин і вирощування на продукцію 16 годин споживання електроенергії на 1 м складе за добу величину в кілька кВт/год.

Застосування світлодіодних світильників може знизити цю величину, як мінімум, в 3 рази. Крім істотно меншої споживаної потужності, світлодіоди здатні забезпечити більшу відповідність спектра випромінювання аграрному світильнику, що дозволяє знизити необхідну потужність випромінювання на одиницю площі теплиці, а отже, і потужність світильника, в результаті чого відбувається додаткове зниження споживання електроенергії та, як наслідок, скорочення витрат. Опираючись на дослідження що описані в статті [5] можна стверджувати, що при освітленні світлодіодними світильниками насіння пройшло повний цикл розвитку, тоді як при освітленні світильниками з люмінесцентними лампами вони досягли лише стадії цвітіння. Це відкриває можливість зменшення часу повного циклу розвитку рослини та збільшення кількості періодів плодоношення тільки завдяки підбору спектрального складу світлодіодного освітлення.

В контролері виставляється бажана освітленість – назвемо її контрольною, або заданою. Давач вимірює фактичну освітленість. Різницею фактичної освітленості і заданої визначається величина відхилення. Потім

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контролер отримує цю величину для обчислення потужності, яку треба подати на виконуючий пристрій, в даному випадку (світлодіодна стрічка) який працює в режимі плавної зміни потужності.

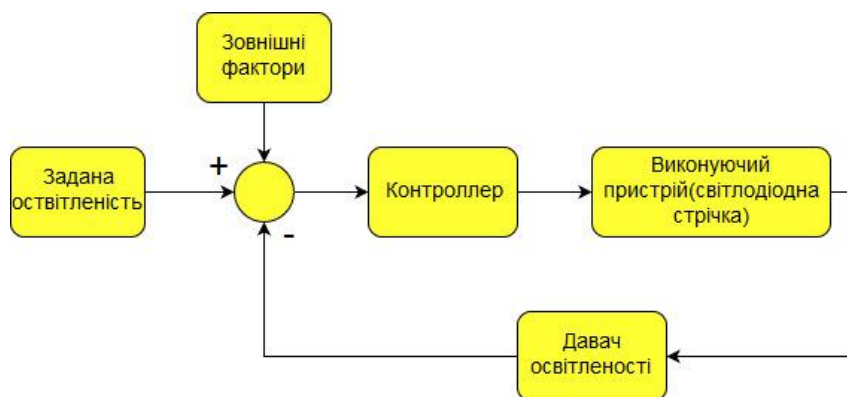


Рисунок 2.6 - Алгоритм підтримання заданого освітлення

Якщо відхилення освітленості має додатну величину (тобто задана освітленість більша за фактичну), значить в гідропонній системі достатньо темно, щоб збільшити потужність що подається на стрічку. Або ж, якщо фактична освітленість стала більшою за задану, то, в гідропонній системі достатньо світло, щоб знову зменшити потужність. Також передбачена функція «сну» дня росли, яка полягає в повному вимкненні світла (вночі) на заданий проміжок часу, який задається з комп'ютера оператора.

В даному випадку для реалізації системи регулювання освітленості використовується плата Arduino, давач освітленості, та реле для регулювання потужності світлодіодної стрічки.



Рисунок 2.5 - Структурна схема системи керування освітленням

Для уставки заданого рівня освітленості можна подавати відповідні команди з комп'ютера оператора, зчитувана інформація також буде відображатись на цьому моніторі. Зчитувані показники освітленості можна копіювати та вставляти в електронну таблицю, створюючи з її допомогою графіки, які показують якість регулювання освітленості.

Керування прокачкою розчину та контролем рівня рН гідропонної системи. В контролері виставляється бажаний проміжок часу через який буде здійснено прокачку розчину по трубах гідропонної системи.

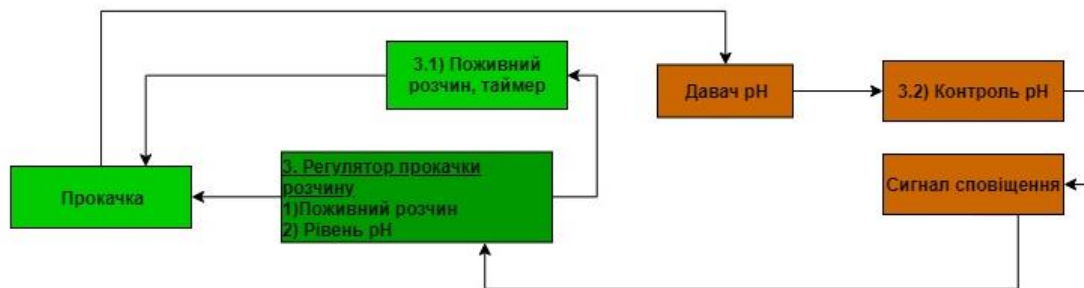


Рисунок 2.6 - Структурна схема системи керування прокачкою розчину та рівнем рН

Годинник реального часу вимірює фактичний час. По проходженню заданого проміжку починається прокачка розчину по гідропонній системі.

В контролері виставляється припустимий рівень рН – назовемо його максимальним рівнем. Давач вимірює фактичний рівень рН. Якщо він перевищує максимальний, подається сигнал на мікроконтролер. Потім контролер оброблює цей сигнал і виконує відповідні дії. В даному випадку це звуковий сигнал оператору (рис.2.7)

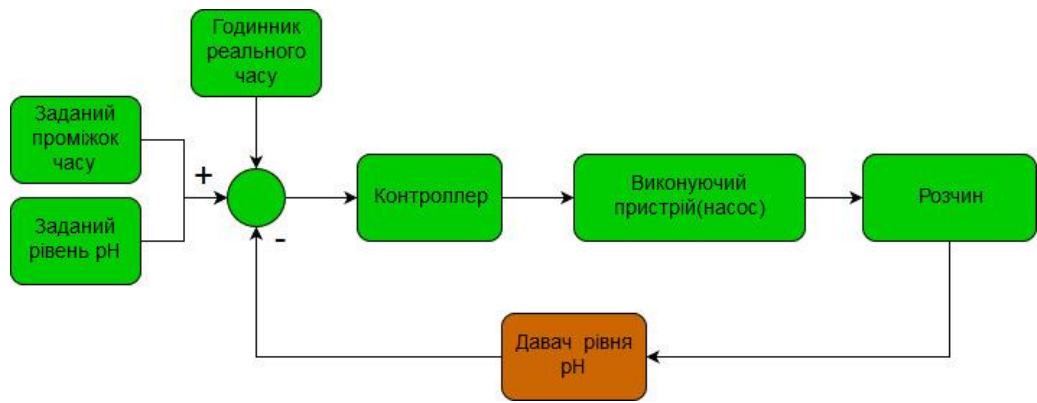


Рисунок 2.7 - Алгоритм підтримання заданого рівня рН та прокачки розчину

Керування рівнем CO2 гроубоксу. В контролері виставляється бажаний рівень CO2 – назвемо його контрольним, або заданим, рівнем. Давач вимірює фактичний рівень CO2. Різницею фактичного рівня і заданого визначається величина відхилення. Потім контролер отримує цю величину для обчислення потужності сигналу, який треба подати на виконуючий пристрій (рис.2.8). Який являє собою вентилятор.

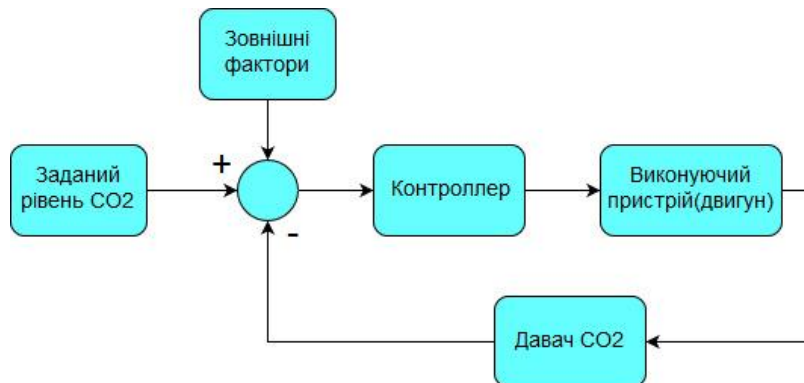


Рисунок 2.8 - Алгоритм підтримання заданого рівня CO2

В структурному представленні системи керування рівнем CO2 гідропонної системи зображено на (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 - Структурна схема системи керування рівнем CO2

Якщо відхилення має додатну величину (тобто заданий рівень CO2 більший за фактичний), значить в гідропонній системі достатньо низький рівень CO2, щоб посилити PWM для двигуна. Або ж, якщо фактичний рівень став більшим за заданий, то, в гідропонній системі достатньо високий рівень, щоб знову понизити PWM для вентилятора. В цій системі для реалізації системи регулювання рівня CO2 шляхом плавного регулювання вентилятора використовується плата Arduino та давач CO2. Роль виконуючого пристрою виконує вентилятор.

Для уставки заданого рівня CO2 можна подавати відповідні команди з комп'ютеру оператора, зчитуваний рівень також буде відображатись на цьому моніторі. Зчитувані показники CO2 можна копіювати та вставляти в електронну таблицю, створюючи з її допомогою графіки, які показують якість регулювання рівня CO2.

Загальна структурна схема зображена в конструкторській документації де можна побачити як пов'язані між собою всі системи. Після створення загальної структурної схеми, будуюмо функціональну схему автоматизації в якій наведено 1-3 – давачі температури; 4 – нагрівач; 5 – світлодіодна (фітодіодна) стрічка; 6 – давач освітленості; 7 – Насос для прокачки розчину; 8 – ультразвуковий зволожувач повітря; 9 – Давач вологості; 10 – Давач рівня рН.

										СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
											21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

3 ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ГВР В ГРОУБОКСІ

3.1 Автоматизована підтримка параметрів

В процесі проектування було вирішено автоматизувати наступні параметри:

1. Циркуляція поживного розчину - контроль надходження розчину за регулярним графіком або, коли вологість в резервуарах падає нижче заданого рівня.
2. Вентиляція – регуляція CO₂ – шляхом автоматичного вмикання і вимикання вентиляторів
3. Затемнення - тінююча тканина з термостатичним контролем автоматично затінює рослин.
4. Освітлення – світлодіодна підсвітка середовища гідропонної системи
5. Охолодження - система кондиціонування повітря.
6. Обігрівання - система температурної регуляції середовища та розчину.
7. Зволоження - автоматичне підвищення вологості, або в поєднанні з вентилятором для охолодження шляхом випаровування

Після того, як було вирішено, за якими показниками потрібно вести спостереження, а також чим керувати, необхідно вибрати апаратну базу для реалізації нашої системи.

3.2 Мікроконтролерна відладочна плата Arduino Uno

На основі розроблених алгоритмів керування та визначених функцій, вибрано мікроконтролерну плату на основі AVR мікроконтролера компанії Atmel, ATmega 328.

Мікроконтролер — мікросхема, призначена для керування електронними пристроями. Типовий мікроконтролер поєднує на одному кристалі функції процесора і периферійних пристроїв, містить ОЗУ і (або) ПЗУ [11]. Мікропроцесор має інтегровані в мікросхему пристрої введення-виведення, таймери і інші периферійні пристрої, чим і відрізняється від мікропроцесора.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.

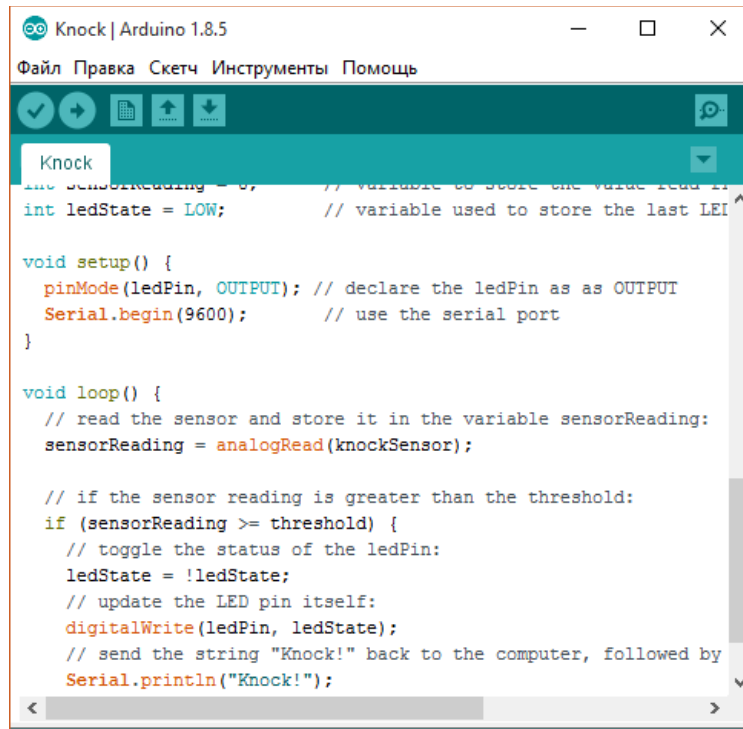


Рисунок 3.3 - Інтегроване середовище розробки Arduino

Плати програмується через USB, що можливо завдяки мікросхемі конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. У версії платформи Arduino Uno як конвертер використовується контролер Atmega8 у SMD-корпусі. Дане рішення дозволяє програмувати конвертер таким чином, щоб платформа відразу розпізнавалася як миша, джойстик чи інший пристрій за вибором розробника зі всіма необхідними додатковими сигналами керування.

Arduino дозволяють використовувати значну кількість виводів мікроконтролера як вхідні/вихідні контакти у зовнішніх схемах. Наприклад в Uno доступно 14 цифрових входів/виходів, 6 із яких можуть генерувати ШІМ сигнал, і 6 аналогових входів. Ці сигнали доступні на платі через контактні площадки. Також існує багато різних зовнішніх плат розширення, які називаються «shields», які приєднуються до плати Arduino через штирові роз'єми.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Плюси Arduino:

1. Архітектура з низьким енергоспоживанням.
2. Легко почати роботу з відмінною онлайн-підтримкою, швидке, просте створення прототипів.
3. Просте сполучення з датчиками і збір даних.
4. Дешевизна
5. Можна відправляти дані без проводів, використовуючи Bluetooth, Rf і т.д. На сервер через комп'ютер.
6. Повністю відкритий вихідний код

Мінуси Arduino:

1. Обмеження пам'яті.
2. Не можна запустити багато важких алгоритмів, або програмувати сенсорний екран і використовуючи додаткові плати розширення.

Таким чином, можна зробити висновок, що платформа підходить для вибору її за апаратну основу, через наступні причини:

Готовність до використання (Ready to Use) - є найбільшим плюсом Arduino. Ви вже маєте «на борту» регулятор живлення, мікроконтролер, програматор, інтерфейси для підключення пристроїв, і програмні бібліотеки. Ви просто підключаєте Arduino до USB порту ПК і робите «революцію в світі інтернет речей».

Є багато інтернет-форумів по темі Arduino. Інженери, любителі і професіонали активно діляться своїми проектами на Arduino. Ви можете легко знайти допомогу. До того ж сам сайт Arduino пояснює кожен функцію.

До Arduino можна підключити безліч всіляких датчиків, АЦП дозволяє отримувати аналогові дані (наприклад, датчик температури), а вбудовані інтерфейси SPI і I2C дозволяють працювати з 99% датчиків.

3.3 Засоби формування мікроклімату в гроубоксі

Для автоматизації гроубоксу в першу чергу потрібні дані, на основі яких будуть вмикатись модулі для створення необхідних умов мікроклімату для

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

росту рослин. Для цього нам потрібні різні давачі.

За керуванням гроубоксом, а якщо точніше, за створення потрібного мікроклімату, може відповідати різне периферійне устаткування в залежності від необхідних вимог і фінансових можливостей, але основні функції, які це обладнання повинно виконувати: прокачка розчину, зволоження повітря, провітрювання, регулювання освітлення та підтримка необхідної температури

На основі цих даних було побудовано контури керування гроубоксу, а також, обрано давачі для проекту. Схема підключення давачів і виконуючих механізмів гідропонної системи наведено в (Додаток Д).

Вимірювання вологості середовища гідропоніки. DHT22 – цифровий давач для вимірювання температури та вологи. Оснований на базі 8-розрядного контролера. Датчик DHT складається з ємнісного датчика вологості та термістора. Так само, датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості та температури (рис 3.4).

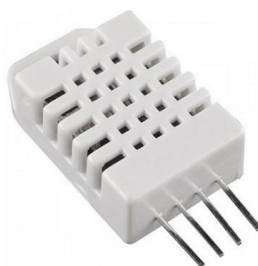


Рисунок 3.4 - Дачач вологості та температури DHT – 22

Даний датчик не відрізняється високою швидкодією та точністю, однак цілком підходить для нашого проекту через наступні параметри.

Таблиця 3.1 Характеристики DHT – 22

Визначення вологості	0-100% з 2-5% точністю
Визначення температури	-40 - 125 град. з точністю $\pm 0,5$ град.
Живлення	3-5 В
Частота опитування	не більше 0,5 Гц
Габаритні розміри	15.1мм x 25мм x 7.7мм

Давачі мають стандартне розміщення контактів, DHT22 має 4 виводи:

Таблиця 3.2 розміщення контактів DHT22

Номер контакту	Призначення
1	Data out - Виведення даних
2	Data out - Виведення даних
3	Не використовується
4	GND

Для вимірювання міри освітленості рослин в гідропонній системі було взято давач світла на основі фоторезистора. Фоторезистор(рис. 3.5) - це резистор, електричний опір якого змінюється під впливом світлових променів, що падають на світлочутливу поверхню і не залежить від прикладеної напруги, як у звичайного резистора.

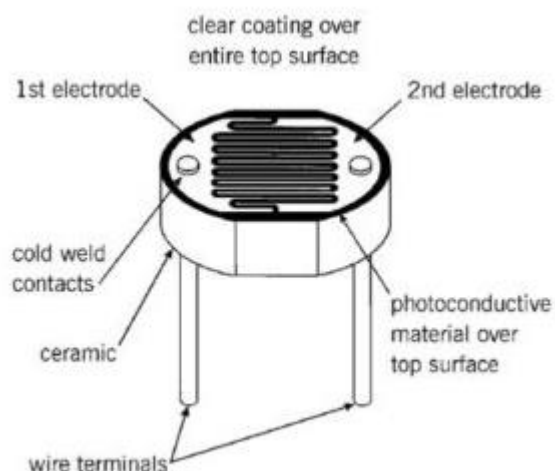


Рисунок 3.5 - Модель фоторезистора

Фоторезистори найчастіше використовуються для визначення наявності або відсутності світла або для вимірювання інтенсивності світла. У темряві, їх опір дуже високий, іноді доходить до 1 МОм, але коли давач піддається впливу світла, його опір різко падає, аж до декількох десятків ом в залежності від інтенсивності світла.

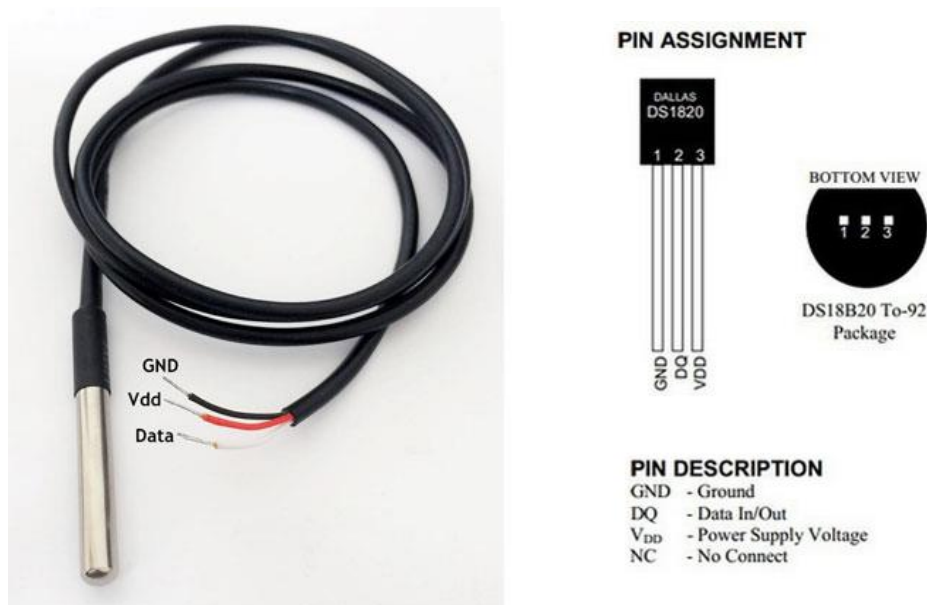


Рисунок 3.7 - Давач температури DS18B20

Характеристики DS18B20 наведені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 характеристики DS18B20

Діапазон вимірюваних температур	-55 ... + 125 °C
Точність	± 0,5 °C (в межах -10 ... + 85 °C)
Час отримання даних	750 мс при 12-бітному дозволі; 94 мс при 9 -бітному дозволі
Напруга живлення	3 - 5,5 В
Струм при бездіяльності	750 нА
Струм при опитуванні	1 мА

Вимірювання концентрації CO₂. MQ135 - при точному калібруванні можна отримати дані з помилкою до 20-30ppm (Частин на мільйон). Калібрування, потрібно проводити тільки один раз для одного давача. Давач реагує не на один газ, а на кілька. MQ135, призначений для визначення вмісту та кількості шкідливих та небезпечних газів у повітрі таких як: NH₃, NO_x, парів алкоголю, бензину, диму та CO₂. CO₂ є 4-м найбільш поширеним газом у земній атмосфері, з концентрацією близько 400 ppm (N₂, O₂ і Ar розташовані на 1-3 місці). Всі інші гази, які виявляють датчик, зустрічаються набагато

									Арк.
									29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

рідше, ніж CO₂. Це означає, що в звичайному середовищі, датчик головним чином виявляє CO₂.

Принцип роботи

Датчик газу, побудований на базі газоаналізатора MQ-2. В ньому застосовується діоксид олова (SnO₂), який має низьку провідність на чистому повітрі. При появі в повітрі парів бензину, вуглекислого газу, алкоголю або диму і збільшення їх концентрації, провідність датчика збільшується (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 - MQ135

Датчик можна використовувати для виявлення відходів промислової газу та задимлення. Вихідним результатом є аналоговий сигнал, пропорційний до вмісту газів, до якого припустимий газоаналізатор.

Діапазон вимірів MQ135 наведений в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 діапазон вимірів MQ135

Речовина	Проміле
Пропан	0,2 - 5
Метан	5 - 20
Кисень	0,3 - 5

Характеристики MQ-2 наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 характеристики MQ-2

Напруга живлення нагрівача	5 В
Напруга живлення датчика	3,3-5 В
Споживаний струм	150 мА

Вимірювання рівня рН. рН-метр - це датчик дозволяє визначити рН (potentia Hydrogenii) рівень рідин (рис. 3.9). У чистої води (H₂O) при температурі 25 °С нейтральний рівень рН = 7. Чим вища кислотність рідини, тим нижче її рівень рН, а в лужних розчинах рівень рН вище. Прийнято вважати що рівень рН визначений діапазоном від 0 до 14, але в дійсності у сильно агресивних він може виходити за вказаний діапазон.



Рисунок 3.9 - Давач рівня рН

Характеристики давача наведені в таблиці 3.6

Таблиця 3.6 характеристики давача рівня рН

Напруга живлення модуля	5В
Діапазон вимірювань	0 -14 рН.
Залежність напруги на виході модуля від рН розчинів	1 рН = 2/7 В.
Температура вимірюваних розчинів	0 - 60 °С.
Точність вимірювань	± 0.1 рН (при температурі 25 °С).
Час вимірювань	до 1 хв.
Довжина кабелю від датчика до роз'єму BNC на платі модуля	660 мм
Розмір модуля	43x32 мм
Розмір датчика	143,7 мм.

Керування освітленням. Для керування освітленням в гідропонній установці, було взято твердотільні реле, SSR – 100 DA (рис. 3.10).

Твердотільні або напівпровідникові реле призначені для безконтактної комутації нагрівальних елементів, ламп розжарювання та іншого електричного устаткування з резистивним навантаженням (при дотриманні особливих умов і для навантаження індуктивного характеру) із робочою напругою живлення від 24 до 380 В змінного струму.



Рисунок 3.10 - Твердотільне реле Fotek SSR-100DA

У твердотільних реле комутація ланцюгів навантаження здійснюється безконтактно за рахунок комутації вбудованих напівпровідникових елементів, що дає їм ряд переваг перед звичайними електромеханічними реле:

- Відсутність іскор і електричної дуги при комутації
- Менший рівень електромагнітних завад при комутації
- Істотно більший ресурс служби
- Не вимагають профілактичних робіт в процесі експлуатації
- Можливість високої швидкодії (швидкості комутації)

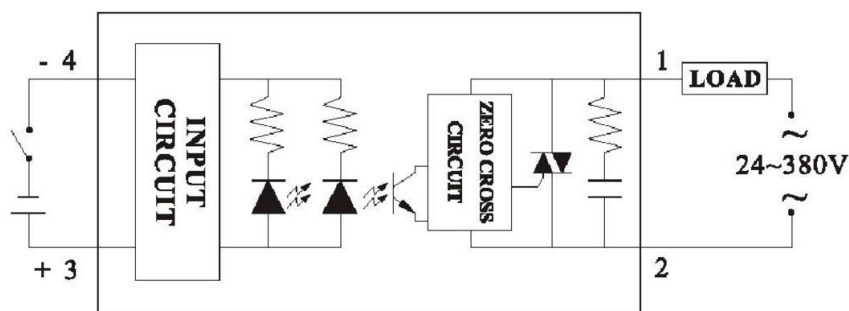


Рисунок 3.11 - Принципова схема твердотільного реле ЕЗ

Керування температурою гідропонної системи. Для керування нагрівачем, було виготовлено плату, зображену в (Додаток Е), що за допомогою PWM сигналу, дозволяє плавно змінювати температуру.

									Арк.
									32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-41.6.050201.ДП				

Прокачка розчину. Компресор - машина для стискування повітря або іншого газу до надлишкового тиску не нижче 0,2 МПа, компресії і переміщення газів під тиском. Він генерує потік з достатньою потужністю для подолання тиску, викликаного навантаженням на виході насоса. Коли працює гідравлічний насос, він створює вакуум на вході насоса, який змушує рідину текти з резервуара у вхідну лінію до насоса, а за допомогою механічного впливу подає цю рідину на випускний отвір насоса і вводить його в гідравлічну систему (рис. 3.13).

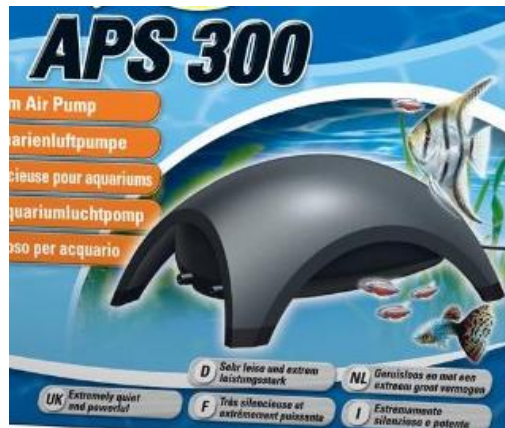


Рисунок 3.12 - Tetratex APS 300

Таблиця 3.7 характеристики Tetratex APS 300

Тип	занурювальний
Продуктивність	600 літрів на годину
Живлення	12 вольт / 0.5 А
Висота напору	2 метри
Температура води	макс. 35С
Діаметр приєднувальних патрубків	20 мм
Габарити	101.5 x 83.5 x 64 мм

Вентиляція повітря. Відбувається за рахунок встановлених в систему двох кулерів, перший відповідає за засмоктування повітря, а другий за видув повітря з автоматизованої системи гідропонного вирощування рослин

Зволоження повітря. Ультразвукові зволожувачі - вважаються найбільш ефективними з існуючих зволожувачів повітря. Такі зволожувачі створюють туман, вибиваючи з поверхні води дрібні крапельки за допомогою ультразвукових коливань, отриманих п'єзоелектричним випромінювачем (рис. 3.14). Характеристики даного генератора туману наведені в таблиці 3.8, характеристики блоку живлення до обраного генератора туману наведені в таблиці 3.9.



Рисунок 3.13 - Генератор туману Mist Maker

Таблиця 3.8 Характеристики генератора туману:

Потужність	25 Вт
Напруга живлення	24 В

Таблиця 3.9 Технічні характеристики блоку живлення:

Діапазон вхідних напруги	220В, 50Гц
Напруга	24В постійного струму
Максимальний струм	800мА

4 ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ГВР

Для створення програми керування гроубоксом використано програму FLProg. Програма FLProg дозволяє створювати прошивки для плат Arduino за допомогою графічних мов FBD і LAD, які є стандартом в області програмування промислових контролерів. При створенні програми автор максимально використав напрацювання програмістів Siemens, ABB, Schneider Electric в їх середовищах програмування.

Для створення нового проекту потрібно обрати мову програмування, на якій буде створюватись проект, і контролер, на якому цей проект буде реалізований, після обрання мікроконтролера можна приступити до написання програми, функціональні вікна наведені в (Додаток Є)

4.1 Мови програмування стандарту МЕК 61131-3

Стандарт МЕК 61131 було впроваджено у 1982 р з метою вирішення проблем уніфікації устаткування промислової автоматизації. Він охоплює вимоги до апаратних засобів, монтажу, тестування, документації, зв'язку і програмування ПЛК.

Розглянемо кожен з цих мов детальніше:

Мова IL – список інструкцій – є типовим асемблером з акумулятором та переходами за позначками. Набір інструкцій стандартизовано, він не залежить від конкретної цільової платформи. Мова IL дозволяє працювати з будь-якими типами даних, викликати функції та функціональні блоки, реалізовані будь-якою мовою. Таким чином, на IL можна реалізувати алгоритм будь-якої складності, хоча текст буде досить громіздким.

Мова ST – структурований текст – це мова високого рівня. Синтаксично ST являє собою трохи адаптовану мову Паскаль. Замість процедур мови Паскаль в ST використовуються компоненти програм стандарту МЕК. Для фахівців, знайомих з мовою C, освоєння ST також не викличе ніяких складностей.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У більшості комплексів програмування ПЛК мова ST за замовчуванням пропонується для опису дій та умов переходів SFC. Це дійсно максимально потужний тандем, що дозволяє ефективно вирішувати будь-які задачі.

У сімействі мов МЕК SFC-діаграми стоять окремо, а точніше, вище відносно інших чотирьох мов. Діаграми SFC є високорівневим графічним інструментом. Графічна діаграма SFC складається із кроків і переходів між ними. Дозвіл переходу визначається умовою. Із

кроком пов'язані певні дії. Опис дії виконується будь-якою мовою МЕК. Сам SFC не містить керуючих команд ПЛК, дії необхідно описати на IL, ST, LD або FBD.

Мова FBD – функціонально-блокові діаграми – нагадує принципову схему електронного пристрою на мікросхемах. Провідники в FBD можуть проводити сигнали (передавати змінні) будь-якого типу (логічний, аналоговий, час тощо). Виходи блоків можуть бути підімкнені на входи інших блоків або безпосередньо на виходи ПЛК. Самі блоки, подані на схемі як «чорні ящики» 12 можуть виконувати будь-які функції. FBD-схеми дуже чітко описують взаємозв'язок входів і виходів діаграми. Якщо алгоритм добре описується з позиції сигналів, то його FBD-подання завжди виходить наочніше, ніж у текстових мовах.

Мова LD – сходинкова діаграма або мова релейно-контактних схем (PKC) – графічна мова, що реалізує структури електричних ланцюгів. Графічно LD-діаграма представлена у вигляді двох вертикальних шин живлення. Між ними розмішені ланцюги, утворені з'єднанням контактів. Навантаженням кожному ланцюгу служить реле. Кожне реле має контакти, які можна використати в інших ланцюгах. Послідовне (І), паралельне (АБО) з'єднання контактів та інверсія (НЕ) утворюють базис Буля. У результаті LD ідеально підходить не тільки для побудови релейних автоматів, але й для програмної реалізації комбінаційних логічних схем. Завдяки можливості включення в LD функцій і функціональних блоків, виконаних іншими мовами, сфера застосування мови практично не обмежена.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Включення в стандарт п'яти мов пояснюється в першу чергу історичними причинами. Розроблювачі стандарту зіткнулися з наявністю величезної кількості різних варіацій схожих мов програмування ПЛК. Мови, що увійшли в стандарт, створені на основі найбільш популярних мов програмування, найпоширеніших у світі контролерів. Якщо взяти будь-який контролер, що працює в сучасному виробництві, то його програму можна перенести в середовище МЕК 61131-3 із мінімальними затратами.

4.2 Використання мови FBD для написання програми керування ГС

Програма керування гідропоннійною установкою написана на графічній мові програмування стандарту МЕК 61131-3, FBD і складається з 10 функціональних блоків. Для розробки керуючої програми, використано середовище програмування FLProg (Додаток Д). Які наведено в (Додаток Е)

Для зчитування даних з датчиків було використано віртуальний Modbus server

4.3 Робота з MasterOPC Universal Modbus Server

Технічний опис:

Modbus Universal MasterOPC Server поєднує в собі можливості OPC-сервера найбільш поширеного промислового протоколу передачі Modbus RTU / ASCII / TCP, а також інструментарію для розробки нових OPC-серверів, як для підтримки спеціалізованих розширень Modbus, так і для підтримки будь-яких інших протоколів.

MasterOPC реалізує два набору OPC-інтерфейсів - DA (Data Access - поточні дані) і HDA (Historical Data Access - архівні дані). Для організації зберігання архівів опитуваних змінних MasterOPC використовує вбудований SQL-сервер.

OPC-сервер має в своєму складі підтримку простої сценарної мови, що дозволяє проводити попередню обробку даних після їх зчитування з зовнішніх пристроїв, а також перед записом в них.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можливе використання сценаріїв для написання нових драйверів (як для протоколів, побудованих на транспорті Modbus, так і будь-яких інших), збереження архівів в SQL-сервері, написання імітаторів сигналів, обчислення непрямих параметрів, роботи з ознаками якості і т.п. Сценарії можуть використовуватися на рівні комунікаційних вузлів, пристроїв і подустройств, окремих тегів. Вбудований редактор забезпечує стандартний сервіс - підсвічування ключових слів, зручну роботу з тегами і бібліотеками. Нижче додається документація по розробці власних протоколів - на прикладі DCON, Rnet, розширений Modbus, а також по роботі з архівами.

Сервер містить вбудовані засоби типових обробок: автоматичне перетворення типу значення, переклад в реальні одиниці виміру, перестановку байтів в будь-якому порядку (слова довжиною до 8 байтів), виділення бітів і т.п.

Для полегшення тиражування OPC також підтримує можливість експорту та імпорту конфігурацій пристроїв. В поставку OPC включені всі прилади фірм ОВЕН, ICP DAS і Delta Electronics працюють по протоколу Modbus (список готових конфігурацій різних пристроїв). Користувач може створювати, зберігати і поширювати власні бібліотеки пристроїв.

MasterOPC також підтримує роботу по каналах GSM або інший модемного зв'язку, що дозволить використовувати його в системах диспетчеризації та віддаленого збору даних. Для роботи в радіомережах і інших мережах, які потребують додаткової адресації пристрої передачі, можливе використання лідируючого префікса перед кадрами Modbus.

У режимі виконання сервер дозволяє вести діагностичну трасування обміну з пристроями, а також показує повідомлення від драйвера або від призначених для користувача сценаріїв.

Основні характеристики Modbus Universal MasterOPC сервера

- зв'язок з Modbus RTU / ASCII мережею по виділеній лінії, використовуючи послідовний інтерфейс RS-232C або RS-485;
- режим TCP Server - OPC сервер очікує входять TCP підключень на певний порт і встановлює з'єднання;

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зв'язок з пристроями по протоколах Modbus RTU / ASCII / TCP в режимі Slave (ведений);
- конфігурація ієрархічного адресного простору доступних сервера змінних;
- моніторинг значень змінних;
- віддалений доступ до сервера через DCOM;
- підключення одночасно до декількох пристроїв;

Після написання програми і запису її до контроллера створюємо інформаційні канали на сервері

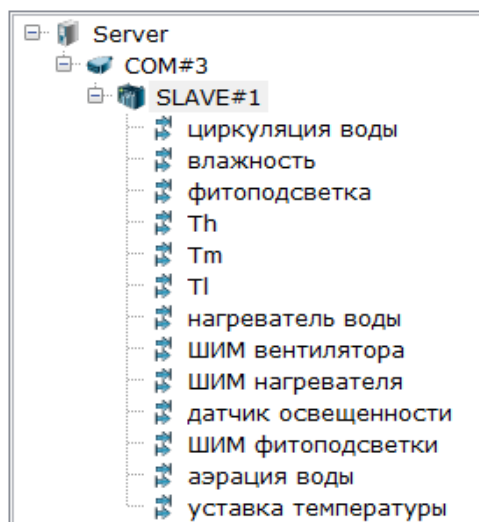


Рисунок 4.1 - Перелік каналів MODBUS сервера, що використовуються в ГС

Після створення каналів і запуску сервера, можемо зчитувати інформацію з датчиків що використовуються в ГС

Устройство <<SLAVE#1>>					
Теги					
Имя	Регион	Адрес	Тип в сервере	Тип в устройстве	Доступ
COM#3.SLAVE#1.циркуляция воды	COILS	(0x0000) 0	bool	bool	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.влажность	HOLDING_REGISTERS	(0x0000) 0	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.фитоподсветка	HOLDING_REGISTERS	(0x0001) 1	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.Th	HOLDING_REGISTERS	(0x0002) 2	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.Tm	HOLDING_REGISTERS	(0x0003) 3	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.Tl	HOLDING_REGISTERS	(0x0004) 4	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.нагреватель воды	COILS	(0x0001) 1	bool	bool	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.ШИМ вентилятора	HOLDING_REGISTERS	(0x0005) 5	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.ШИМ нагревателя	HOLDING_REGISTERS	(0x0006) 6	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.датчик освещенности	HOLDING_REGISTERS	(0x0007) 7	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.ШИМ фитоподсветки	HOLDING_REGISTERS	(0x0008) 8	int32	int16	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.аэрация воды	COILS	(0x0002) 2	bool	bool	ReadWrite
COM#3.SLAVE#1.уставка температуры	HOLDING_REGISTERS	(0x000A) 10	int32	int16	ReadWrite

Рисунок 4.2 - Вивід інформації з датчиків на сервер

Після зчитування даних на сервер і їхньої обробки можна підєднати їх до SCADA

4.4 Створення SCADA в програмі SIMP Light SCADA

В більшості випадків дані SCADA орієнтовані на середні і великі об'єкти автоматизації. Для систем малої диспетчеризації такі системи надлишкові. Просте рішення задачі диспетчеризації можливо за допомогою системи SIMP Light:

- Проста модифікація проекту
- Бібліотека графічних об'єктів для різних виробництв
- Немає залежності від сторонніх розробників
- Проста інтеграція зі сторонніми системами
- Збір і вивід аналітики роботи обладнання
- Розмежування прав користувачів

Запускаємо програму і зчитуємо канали з сервера, автоматично створюються віртуальні канали для подальшої роботи з ними в SCADA системі (Додаток Б).

Створені канали відображаються в списку активних каналів, і повідомляють про свою працездатність. В даному випадку канали є не активними, через автономну роботу ГС без підключення до комп'ютера.

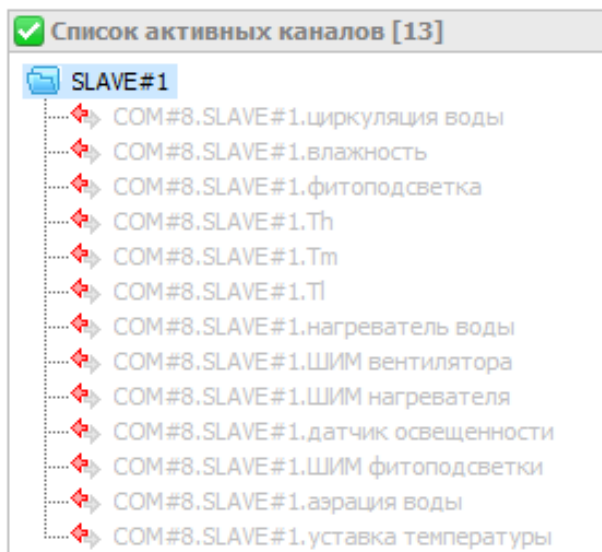


Рисунок 4.3 - Список каналів що залучені в передачі

Далі інформація з каналів даних зчитується вже безпосередньо до системи диспетчеризації і відображається на екрані.

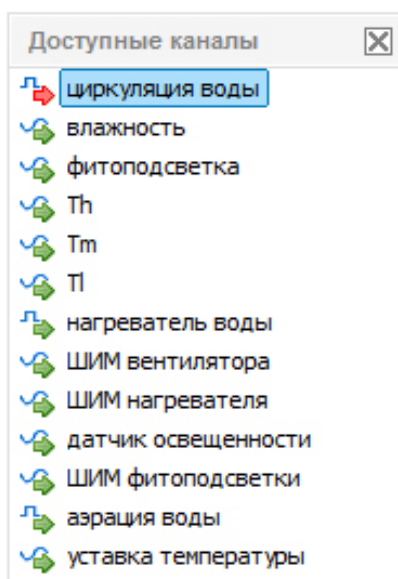


Рисунок 4.4 - Типи каналів

Використовуючі зчитані дані з датчиків, які в свою чергу прив'язані до відповідних віртуальних каналів зв'язку створюємо систему відображення процесів що проходять в ГС та безпосереднь інформацію про них в реальному часі (Додаток Г), на якій зображено:

- Відображення температур на трьох рівнях
- Аерація розчину
- Кількість світла
- Кондеціонування повітря
- Рівень вологості

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ

В процесі розробки даної системи було виявлено недоліки, що пов'язані з методикою вирощування рослин обраною гідропонною системою.

Недоліки техніки глибинного потоку полягають в складності забезпечення однорідного постачання мінеральних речовин до коренів рослин або навіть неможливістю, а це один з головних параметрів. Це трапляється, навіть якщо жолоб короткий, і розчин переміщується на малу відстань. Оскільки технологія даного методу передбачає послідовне постачання розчину до рослин, то рослини, які знаходяться останніми в ланцюзі, не отримують достатньо кисню. Окрім цього, поживні елементи, наприклад, калій, в значній мірі поглинаються першими рослинами, а останні страждають від їх дефіциту.

Для усунення недоліку з киснем, потрібно встановити аератор, за прикладом як це влаштовано в системах DWC. Швидке поглинання деяких поживних речовин можна усунути більш великим резервуаром для живильного розчину або частішою періодизацією його зміни.

Проте в подальшій модернізації даної автоматизованої гідропонної системи було прийнято рішення змінити техніку глибинного потоку на технологію поживного шару. Через постійну циркуляцію розчину та його природну аерацію, за рахунок малої глибини розчину що подається.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для розробки системи автоматизації теплиці необхідно закупити комплектуючі, на основі яких ця система буде створена. У вартість входить сама плата Arduino Uno, датчик для моніторингу показників і керуюче обладнання. Основні компоненти із закупівельними цінами на них представлені в таблиці 6.1:

Таблиця 6.1 - Матеріальні витрати

Найменування	Кількість штук	Ціна грн./шт.	Ціна
Arduino Uno Rev3	1	630	630
DHT - 22	1	236	236
DS18B20	3	117	351
GY - 302 BH1750FVI	1	52	52
Mist Maker	1	125	125
Tetratec APS 300	1	713	713
Fotek SSR - 100DA	1	186,62	186,62
PH - 4502C	1	330,27	330,27
MQ - 135	1	90	90
Фітосвітлодіод	40	10	400
DC 802512SM	2	26	52
ПВХ 100/110 3000мм	1	155,70	155,70
ПВХ 40/50 1000мм	1	129	129
Оргскло 1 м ²	3	1283	3849
Сума			7039,59

Інноваційний проект розробляється на перспективу, тому витрати на проект, терміни доходи від його реалізації можуть бути визначені лише з певною ймовірністю. Найбільш простим методом економічної оцінки інвестиційного проекту є перевірка відповідності періоду окупності побажанням інвестора [24].

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Період окупності (Payback Period) - період часу з моменту початку реалізації проекту до моменту експлуатації об'єкта, коли доходи від експлуатації стають рівними початковим інвестиціям (Капітальні витрати і експлуатаційні витрати). Даний показник дає відповідь на питання: коли станеться повний повернення вкладеного капіталу? Економічний сенс показника полягає у визначенні терміну, за який інвестор може повернути вкладений капітал. Для розрахунку терміну окупності елементи платіжного ряду підсумовуються наростаючим підсумком, формуючи сальдо накопиченого потоку, до тих пір, поки сума не прийме позитивного значення.

Порядковий номер інтервалу планування, в якому сальдо накопиченого потоку приймає позитивне значення, вказує термін окупності, виражений в інтервалах планування. Але метод має недоліки, а також ми можемо не врахувати деякі важливі фактори. Для того, щоб знизити ризики і визначити більш точні показники прибутку, необхідно провести розрахунки декількома способами.

Вибір тих чи інших показників ефективності інвестицій визначається конкретними завданнями інвестиційного аналізу. Ступінь об'єктивності інвестиційного рішення багато в чому залежить від глибини і комплексності оцінки ефективності інвестицій на основі використовуваної сукупності формалізованих критеріїв. Рішення про інвестування коштів у проект має прийматися з урахуванням значення всіх перерахованих показників і інтересів всіх учасників. Важливу роль в цьому рішенні повинна відігравати також структура і розподіл в часі капіталу, що залучається для здійснення проекту, а також інші фактори, які піддаються тільки змістовному (а неформальному) обліку.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Правила охорони праці під час виконання робіт в захищеному ґрунті (далі - Правила) поширюються на тепличні комбінати, тепличні і парникові господарства незалежно від їх підпорядкування й форми власності [16].

Правила встановлюють вимоги безпеки праці щодо організації та виконання операцій технологічного циклу, транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт, експлуатації електрообладнання й комунікацій, скління й герметизації теплиць, накриття теплиць плівковими матеріалами, виконання робіт із застосуванням пестицидів та агрохімікатів.

7.1 Загальні положення

Під час проведення робіт в захищеному ґрунті потрібно враховувати небезпечні й шкідливі виробничі фактори, відповідно до ГОСТ 12.0.003-74, які можуть діяти на працівників.

Фізичні небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини й механізми, що рухаються; рухомі частини виробничого обладнання; вироби, заготовки та матеріали, які пересуваються;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухомість повітря;
- підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- відсутність або недостатність природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підвищена яскравість світла;
- прямий і відбитий блискіт;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;
- розміщення робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);

- гострі краї, задирки і шорсткість на поверхнях конструкцій, інструменту й обладнання.

Хімічні небезпечні й шкідливі виробничі фактори(пестициди, агрохімікати, вихлопні гази, продукті горіння палива, кислоти, луги і та ін.):

Біологічні небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, найпростіші) і продукти їхньої життєдіяльності;
- макроорганізми (рослини, тварини, комахи).

Психофізіологічні небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- фізичні перевантаження (статичні й динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, монотонність праці).

Джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів в захищеному ґрунті можуть бути:

- зовнішні метеорологічні фактори (вітер, опади, сонячна радіація, низька або висока температура зовнішнього повітря);
- неправильні режими роботи технологічних систем;
- транспорт, що рухається;
- машини й механізми технологічних систем для обробітку ґрунту та по догляду за рослинами;
- працюючі двигуни внутрішнього згорання й апаратура для підживлення рослин вуглекислим газом, які підвищують загазованість повітря.
- інженерні комунікації;

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обладнання, що працює під тиском;
- розбите скло;
- застосовувані пестициди й агрохімікати;
- електрифіковане обладнання та інструмент, електропроводка;
- роботи, що викликають фізичні й нервово-психічні перевантаження.

7.2 Вимоги щодо застосування засобів захисту працюючих

1. Засоби індивідуального захисту працівників повинні відповідати ГОСТ 12.4.011-89.

2. Вибір конкретного типу засобів захисту працівників слід здійснювати з урахуванням вимог безпеки для даного процесу або виду робіт і наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

3. Засоби колективного захисту працівників конструктивно повинні бути з'єднані з виробничим обладнанням або його елементами керування таким чином, щоб у випадку необхідності, виникла примусова дія засобу захисту.

4. Засоби індивідуального захисту потрібно застосовувати у тих випадках, коли безпека праці не може бути забезпечена конструкцією обладнання, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та засобами колективного захисту.

5. Порядок забезпечення ЗІЗ працівників визначається ДНАОП 00-4.26-96.

6. Забезпечувати працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими ЗІЗ потрібно відповідно до ДНАОП 0.00-3.01-98

7. Вибір засобів індивідуального захисту здійснюють відповідно до їх технічних характеристик і фізичних, хімічних, токсичних, бактеріологічних та інших властивостей застосовуваних матеріалів, конкретно для кожного виду робіт або технологічного процесу.

8. Засоби індивідуального захисту повинні підбиратися індивідуально для кожного працівника. Підбір ЗІЗ органів дихання і контроль за правильністю їх застосування повинні здійснювати особи, відповідальні за проведення робіт із пестицидами.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комплект ЗІЗ - спецодяг, спецвзуття, рукавиці, рукавички, захисні окуляри,

респіратори або протигази повинні бути закріплені за кожним працівником на весь період роботи.

9. Працівники не повинні допускатися до виконання технологічних операцій з пестицидами без ЗІЗ.

10. Засоби індивідуального захисту органів дихання повинні мати інструкцію із зазначенням призначення й строку служби виробу, правил його експлуатації та зберігання.

11. Працівники повинні бути навчені правилам користування ЗІЗ та найпростішим методам перевірки їхньої справності.

12. Респіратори й протигази для захисту органів дихання повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.4.041-89, а їх фільтрувальні коробки - ГОСТ 12.4.122-83.

13. Разом із респіраторами й протигазами працівникам слід видавати інструкції з їх застосування та паспорти на протиаерозольні і газові фільтри, в яких слід відмічати тривалість роботи, найменування пестициду тощо.

14. При застосуванні засобів захисту органів дихання потрібно враховувати час захисної дії фільтруючих пристроїв. Заміна цих пристроїв повинна бути своєчасною.

Поява запаху пестициду або іншої речовини, що застосовується, під справною маскою респіратора або протигаза свідчить про непридатність фільтрівних пристроїв, і потребує негайної їх заміни.

15. Під час роботи з рідкими азотними мінеральними добривами, працівників потрібно забезпечувати фільтруючими протигазами з коробками типу КД, прогумованими фартухами й нарукавниками та гумовими рукавичками й чоботами відповідно ГОСТ 5375-79. В аварійних ситуаціях необхідно застосовувати протикислотний костюм з умовним позначенням КК і кисневий прилад.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Для захисту рук під час роботи з твердими добривами необхідно забезпечувати працівників бавовняними рукавицями з плівковим покриттям.

17. Спецодяг для працівників, які контактують із залишковими пестицидами на поверхнях рослин, плодів, обладнання, комунікацій і на ґрунті, повинен захищати відкриті ділянки шкіри тіла (кисті, передпліччя, груди, шию, гомілки).

18. Під час роботи з пилоподібними мінеральними добривами та з мінерально-ватними субстратами повинні використовуватися протипилові респіратори Ф-62Ш, «Астра-2», «Лепесток» або універсальний респіратор РУ-60М.

19. Спецодяг потрібно зберігати окремо від особистого одягу працівників.

20. Після закінчення роботи ЗІЗ підлягають очищенню, знезараженню чи (та) знешкодженню відповідно до вимог ДНАОП 0.03-1.12-98.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В проекті розглянуто застосування IoT - концепції в сільському господарстві на прикладі автоматизації управління і моніторингу показників датчиків на макеті гроубоксу. В першу чергу був проведений огляд і вибір апаратної бази для подальшої розробки системи автоматизації гідропонної системи з можливістю моніторингу та управління.

В ході даного огляду були розглянуті переваги і недоліки таких рішень як мікроконтролери, після чого був зроблений вибір на користь Arduino, через наведені переваги. Після вибору апаратної бази були описані використані датчики і інше периферійне устаткування для моніторингу показників теплиці, а також варіанти алгоритмізації створення мікроклімату на основі цих показників.

Ключовим результатом є побудова автоматизованої системи, який об'єднав раніше написані програми на мові FBD для зчитування показань з датчиків, дозволив реалізувати наочні алгоритми створення мікроклімату, а також використовувався для побудови SCADA інтерфейсу для моніторингу та управління обладнанням в режимі online. Надалі можливе доопрацювання та удосконалення алгоритмів створення мікроклімату, підбір кращої апаратної бази, підключення до інтернет серверу для оповіщення користувача за допомогою відправки повідомлень в соціальних мережах або SMS, а також апробація системи не на макеті, а на реальних сільськогосподарських об'єктах.

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Давач рН/ОВП SensoLyt 700 IQ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ecoinstrument.com.ua/proizvoditeli/wtw/datchik-phovp-sensolyt-700-iq/>

13. Фітосвітлодіоди для вирощування рослин [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.symmetron.ua/N_A/news:n02092015

14. Модуль давача якості повітря MQ-135 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod1201-modyl-datchika-kachestva-vozdyha-mq135>

15. Правила охорони праці під час виконання робіт в захищеному ґрунті [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dnaop.com/html/32105/doc-p-r-a-v-i-l-aohoroni-praci-pid-chas-vikonannya-robit-v-zahishhenomu-runti>

16. Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>

17. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

18. TECHNICAL DATA MQ-135 GAS SENSOR [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNSMQ135/resources/SNS-MQ135.pdf>

19. Гідропоніка [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0>

20. Bluetooth [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

21. Гроубокс [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%BE%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D1%81>

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Програмування ПЛК [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://promprog.biz.ua/kor/owen/codesys/20-plc.html>

23. Термін окупності інвестицій [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://om.net.ua/4/4_3/4_33139_srok-okupaemosti-investitsiy-Payback-Period-PP.html

24. Підбір комплектуючих деталей [Електронний ресурс] – <https://prom.ua.html>

					СУ-41.6.050201.ДП	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
(довідковий)

Конструкторська документація

СУ -41 6.050201 А1 Структурна схема автоматизованої гідропонної системи вирощування рослин

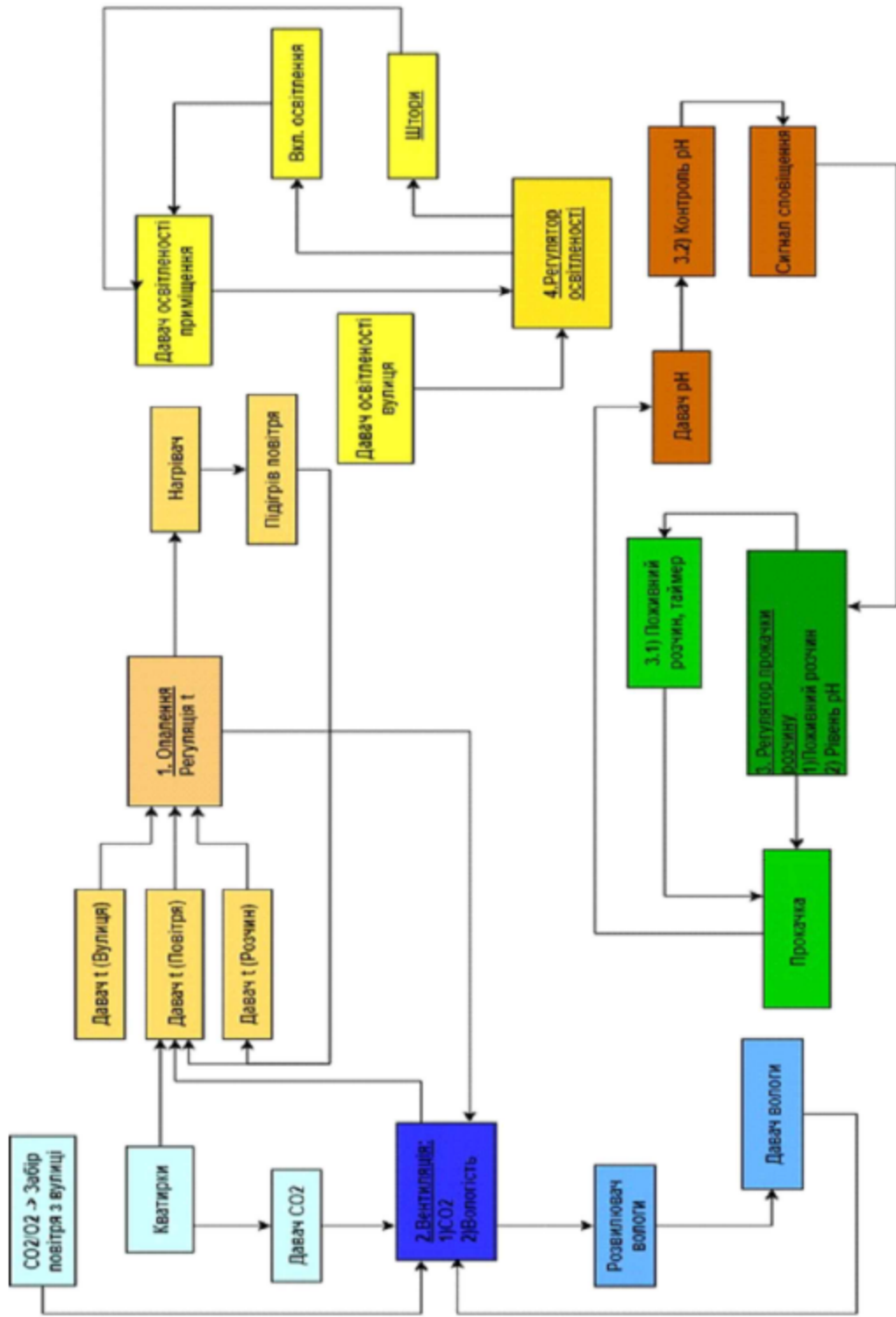
СУ -41 6.050201 А2 Функціональна схема автоматизації гідропонної системи вирощування рослин

СУ -41 6.050201 Е5 Електрична схема підключення автоматизованої гідропонної системи вирощування рослин

Справ. N _____
 Дерб. примен. _____

Взам. инв. N _____
 Инв. N дубл. _____
 Подп. и дата _____

Подп. и дата _____
 Инв. N подл. _____
 Изм. Лист _____
 Разраб. _____
 Пров. _____
 Т.контр. _____
 Н.контр. _____
 Утв. _____



СУ -41 6.050201 А1

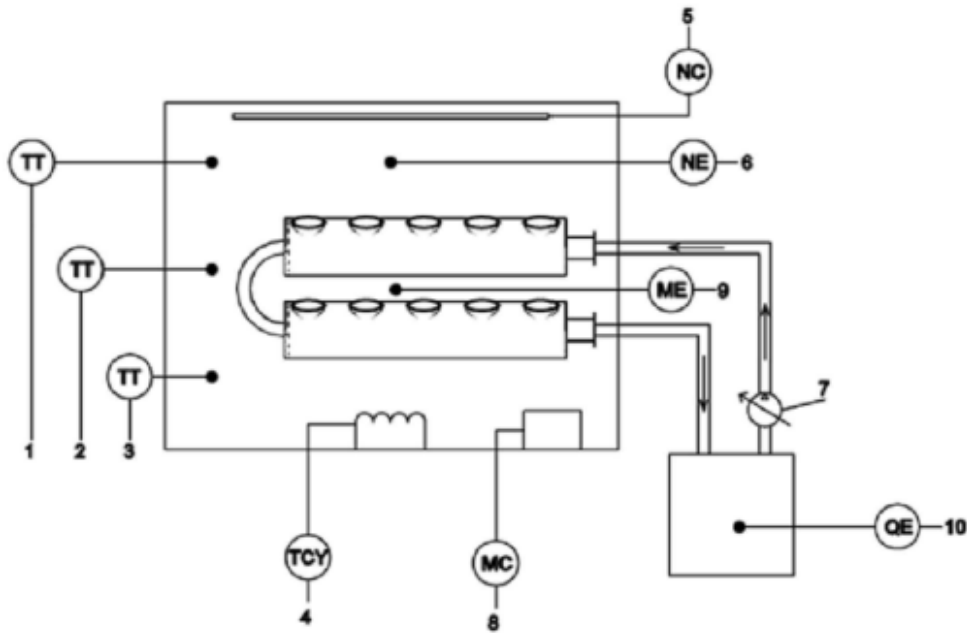
СУ -41 6.050201 А1

Структурна схема автоматизації автоматизованої гідропонної системи вирощування рослин

Лит.	Масштаб	Масштаб
T		
Лист	Листов	1

Структурна схема автоматизації

СумДУ СУ-41



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прилади по місцю	AI						•				
	DI	•	•	•						•	•
	AO										
	DO				•	•		•	•		
RS-232 PLC		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
RS-232 PC		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Перв. примен.

Справ. N

Подп. и дата

Изм. N дубл.

Взам. изв. N

Подп. и дата

Изм. N подл.

Изм.	Лист	N Докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

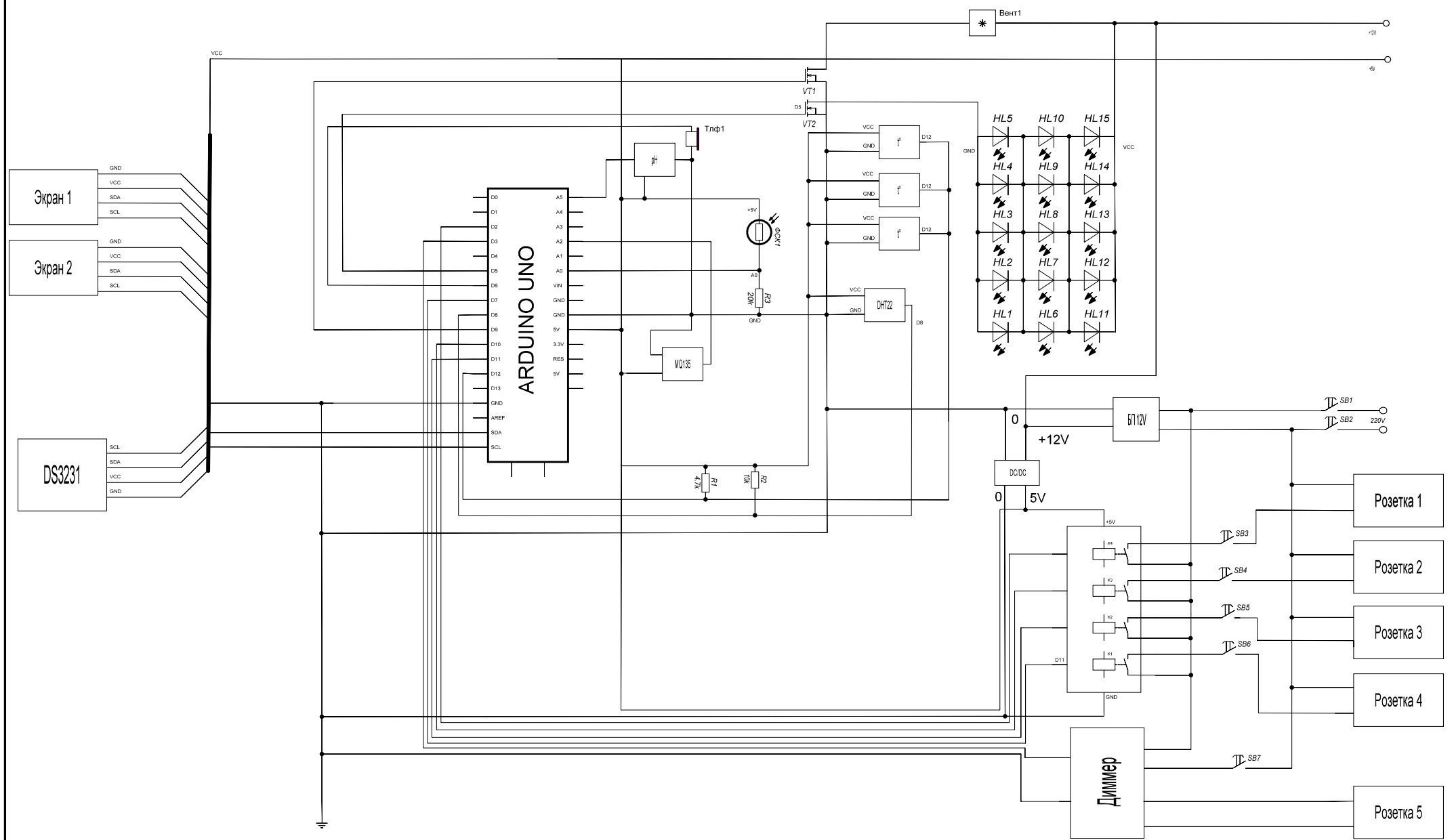
СУ -41 6.050201 А2

Функциональная схема
автоматизации
автоматизированной гидропонной
системы выращивания растений

Лит.	Масса	Масштаб
Т		
Лист	Листов	1

Функциональная схема
автоматизации

СумДУ СУ-41



					СУ - 41 6.050201 E5			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Автоматизована гідропонна система вирощування рослин	<i>Лист</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>		Осадчий С.О.				T		
<i>Провер.</i>		Павлов А.В.				<i>Лист</i>	<i>Листов</i> 1	
<i>Т. контр.</i>								
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>					Електрична схема підключення			
<i>Утверд.</i>					СумДУ СУ-41			

Додаток Б
(довідковий)

Канали передача інформації з MODBUS на віртуальні канали SIMP Light

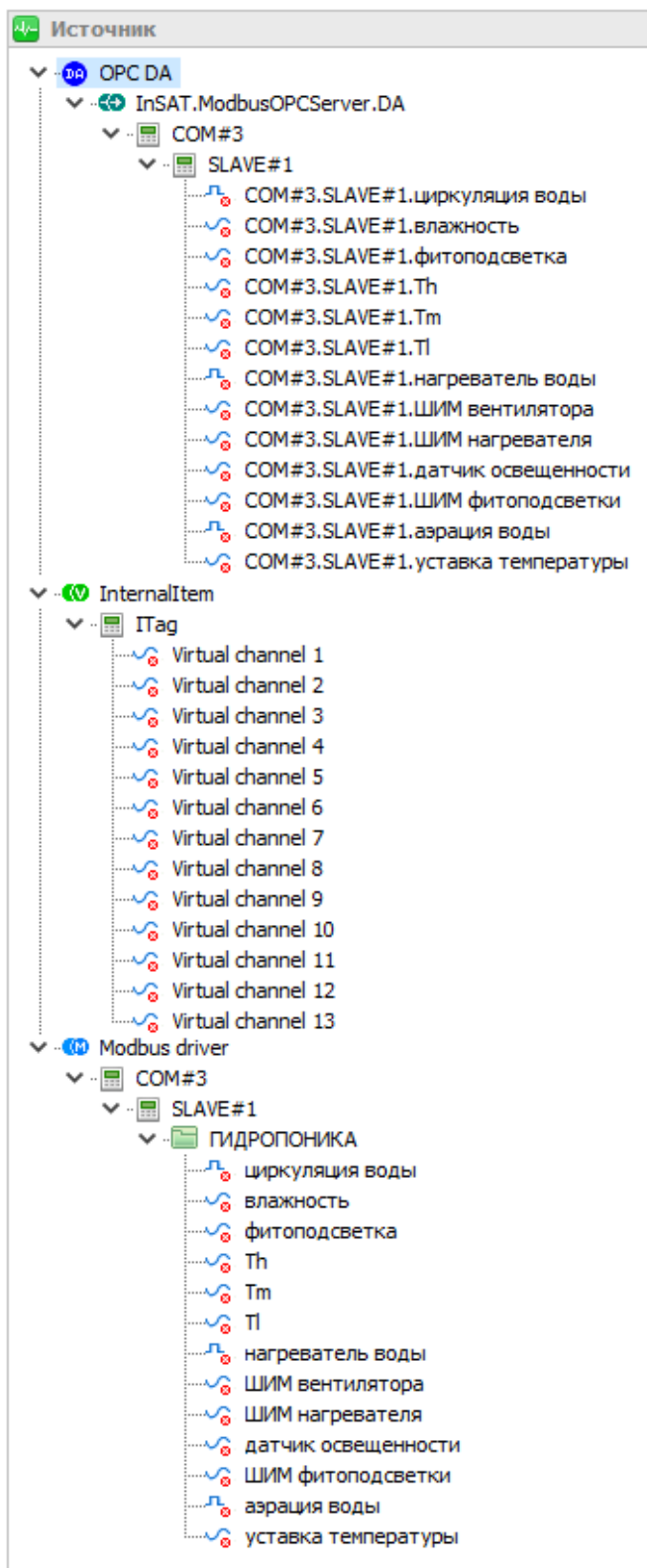


Рисунок Б.1 – Каналы данных ГСВР

Додаток В
(обов'язковий)

Система контролю та диспетчеризації гідропонної системи

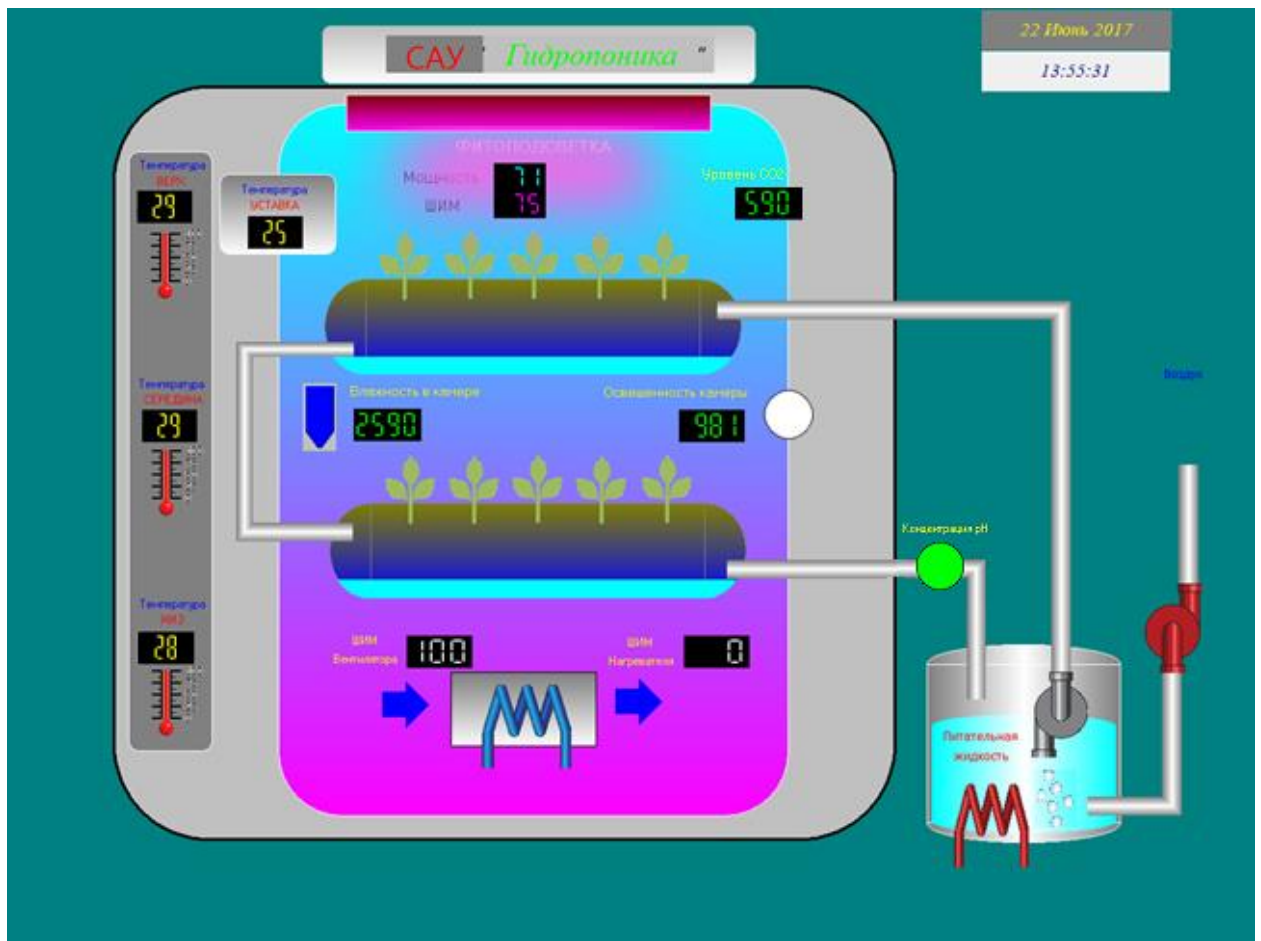


Рисунок В.1 – SCADA ГСВР

Додаток Г
(довідковий)

Плата керування температурою

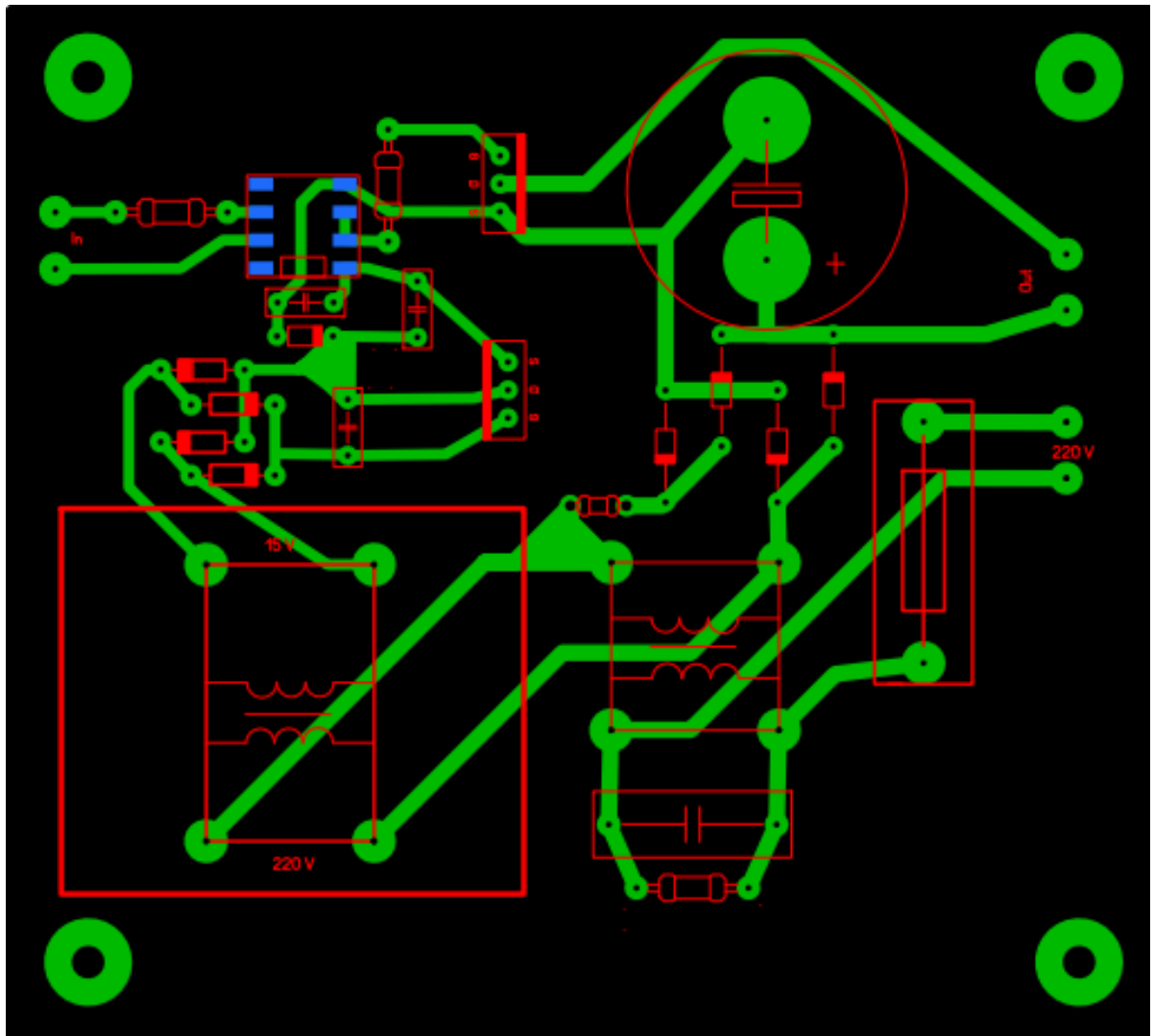


Рисунок Г.1 – Плата керування нагрівача ГСВР

Додаток Д (довідковий) Середя розробки FLProg

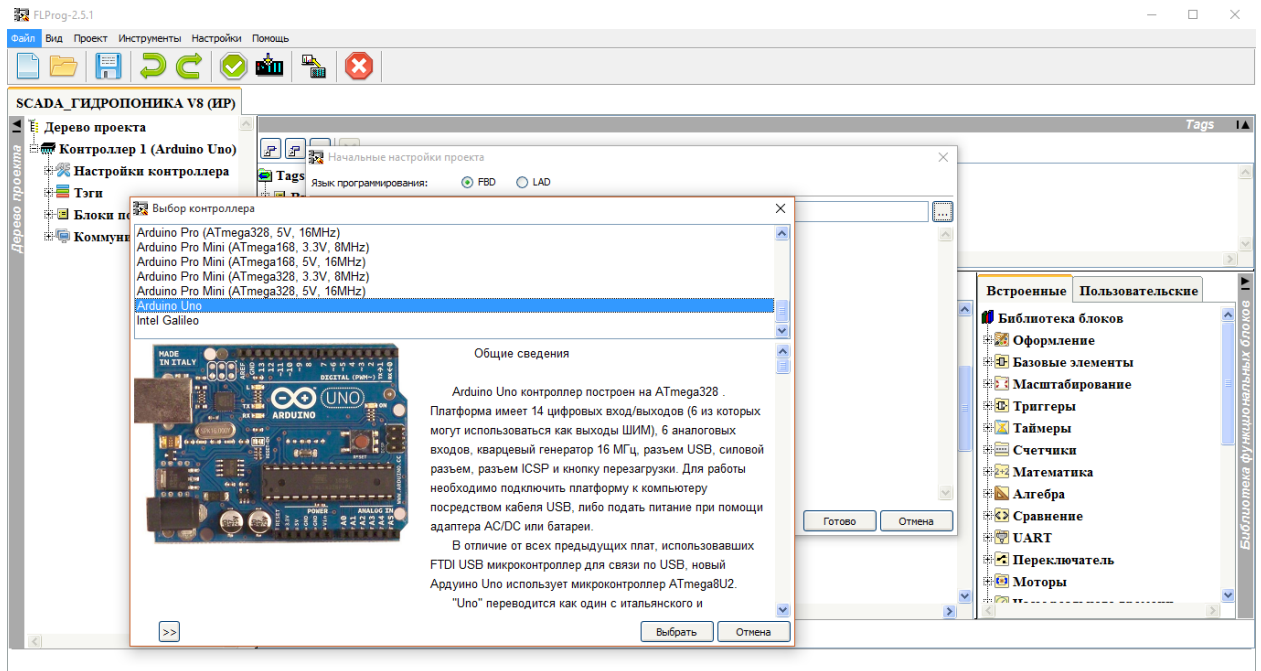


Рисунок Д.1 – Створення нового проекту в FLProg

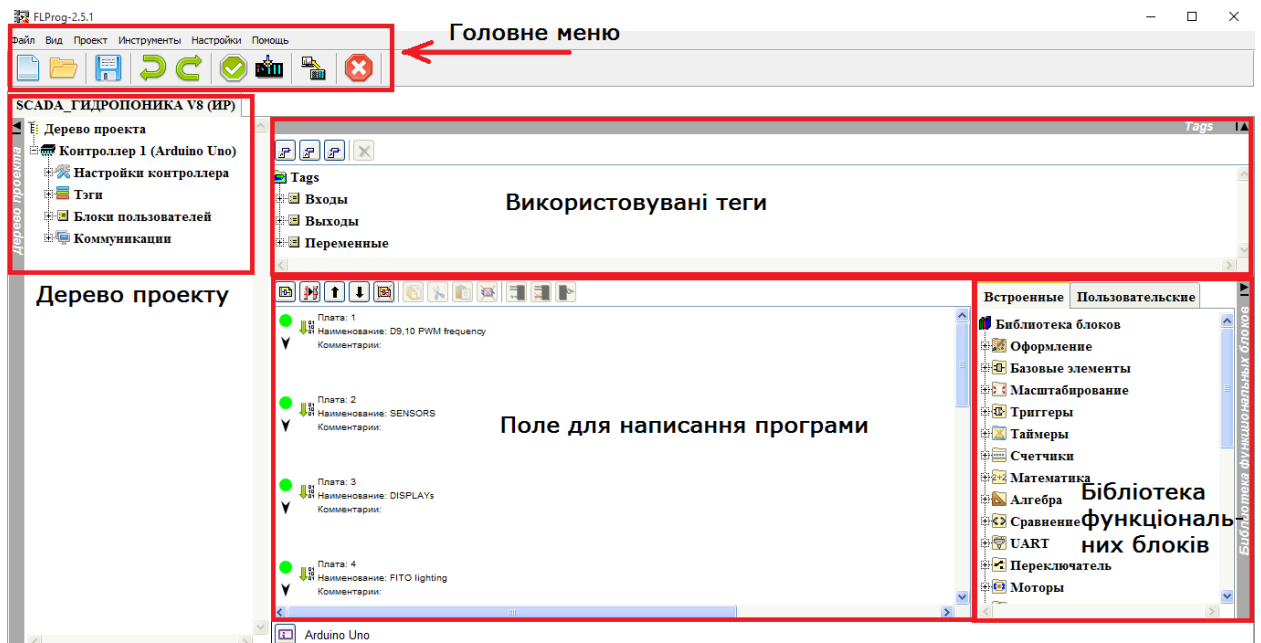


Рисунок Д.2 – Інтерфейс FLProg

Додаток Е
(обов'язковий)

Програма керування процесом гідропоннійної системи

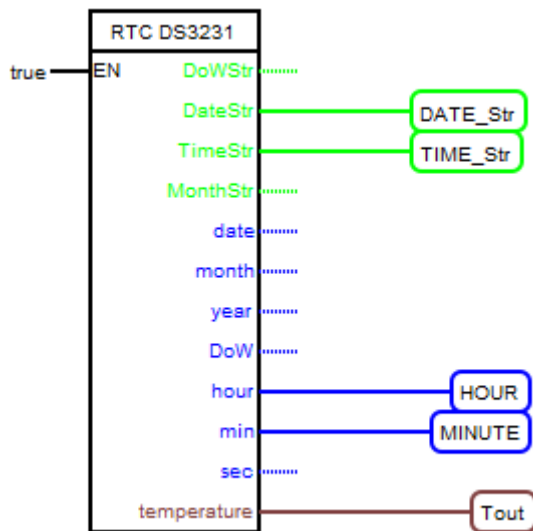
Блок 1.

Задаємо значення PWM сигналу на цифрових виходах 9 та 10, рівне 30кГц

PWM D9,10 - 30kGz (UNO)

Блок 2. Зчитування даних з датчиків

Користувацкій блок для отримання даних (DATA_Str, TIME_Str, HOUR, MINUTE) від годинника реального часу RTC DS3231, та (Tout) - датчиків температури DS18B20.

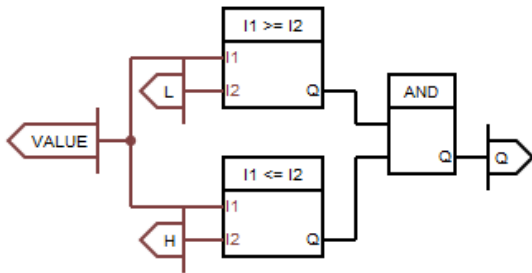


Блок для зчитування інформації з датчика DHT- 22 для визначення вологості середовища.

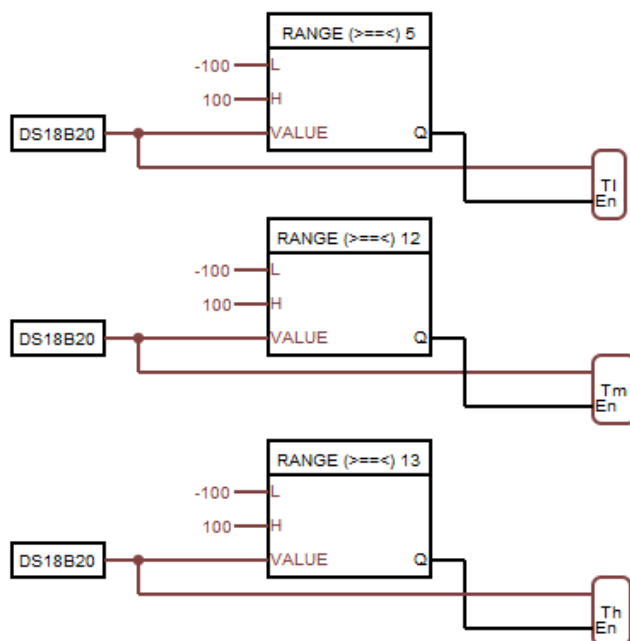


Продовження додатка Е

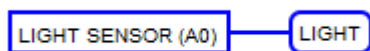
Для зчитування даних з датчиків температури DS18B20 було створено користувацький блок:



Який задає рамки спрацювання блокам, усунення шуму та похибок:

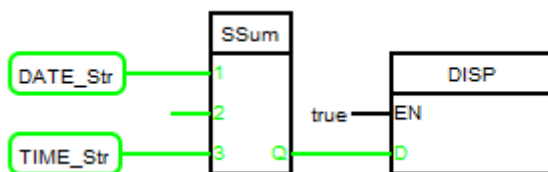


Показання датчика освітленості, що вводяться через аналоговий вхід (A0)



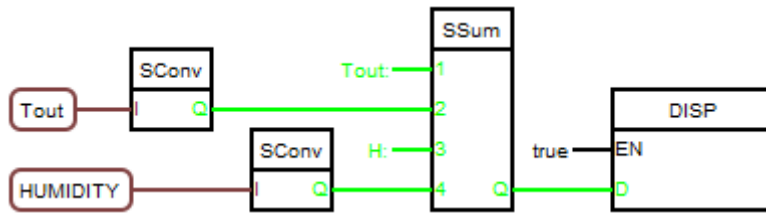
Блок 3. Блок виводу на екрани, раніше зчитаної інформації

Вивід реального часу та дати типу string.

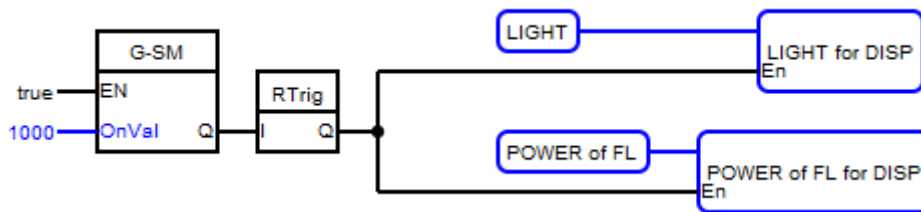


Продовження додатка Е

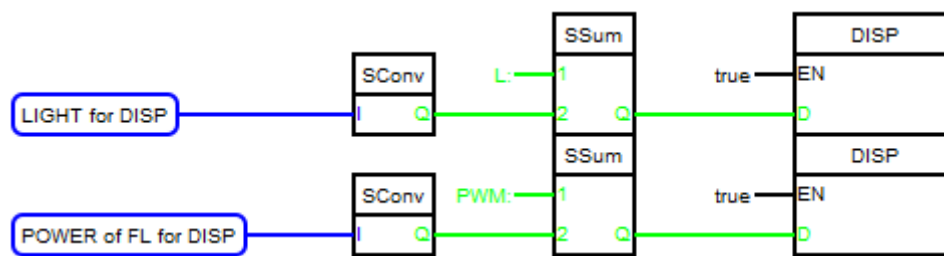
Вивід температури та вологості через конвертор типу даних



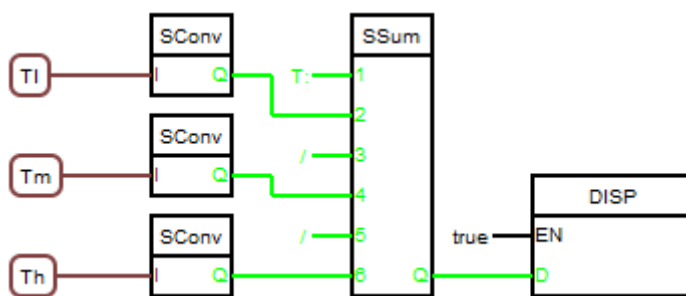
Задаємо частоту зміни показання даних з давача освітленості не більше ніж раз за 1000 мк



Вивід нормалізованих даних на екран



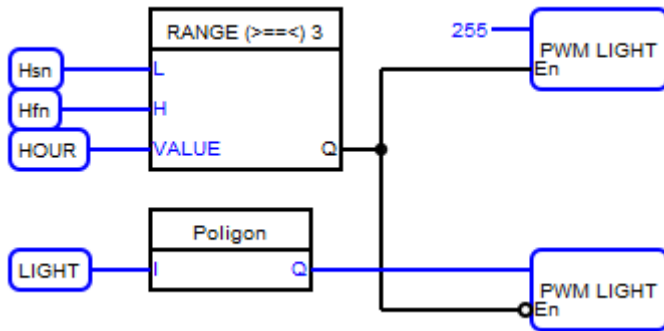
Вивід на екран через конвертор типів даних показання температури на трьох рівнях гідропоніки (Tl, Tm, Th).



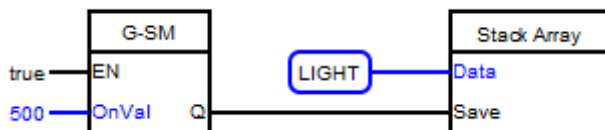
Продовження додатка Е

Блок 4. Керування освітленням гідропонної установки

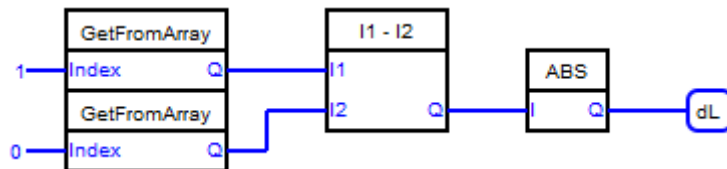
Зміна інтенсивності освітлення середовища гідропонної системи залежно часу доби, в даному випадку в проміжок з 00:00 до 3:00, освітлення вимикається.



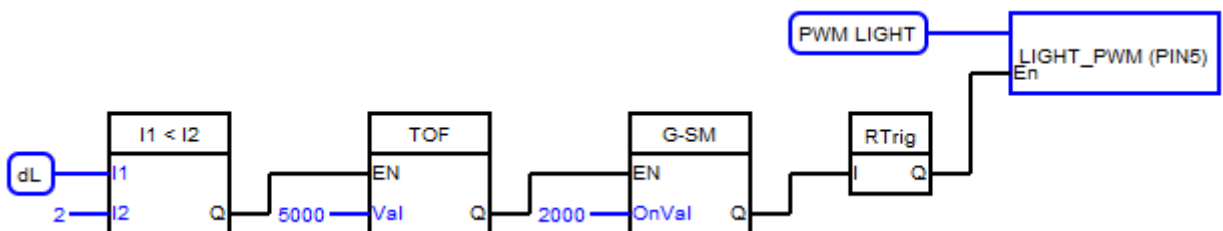
Записуємо в масив з двох елементів показник інтенсивності світла в кожен секунду часу



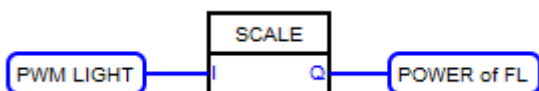
Знаходимо різницю між нульовим та першим елементами масиву, та беремо модуль від цього значення



Порівнюємо це значення з двійкою, у разі якщо воно менше через п'ять секунд вимикаємо освітлення



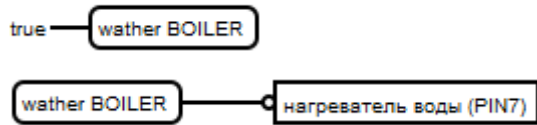
Нормуємо проміжок значень PWM сигналу 0 – 255 на 0 - 100



Продовження додатка Е

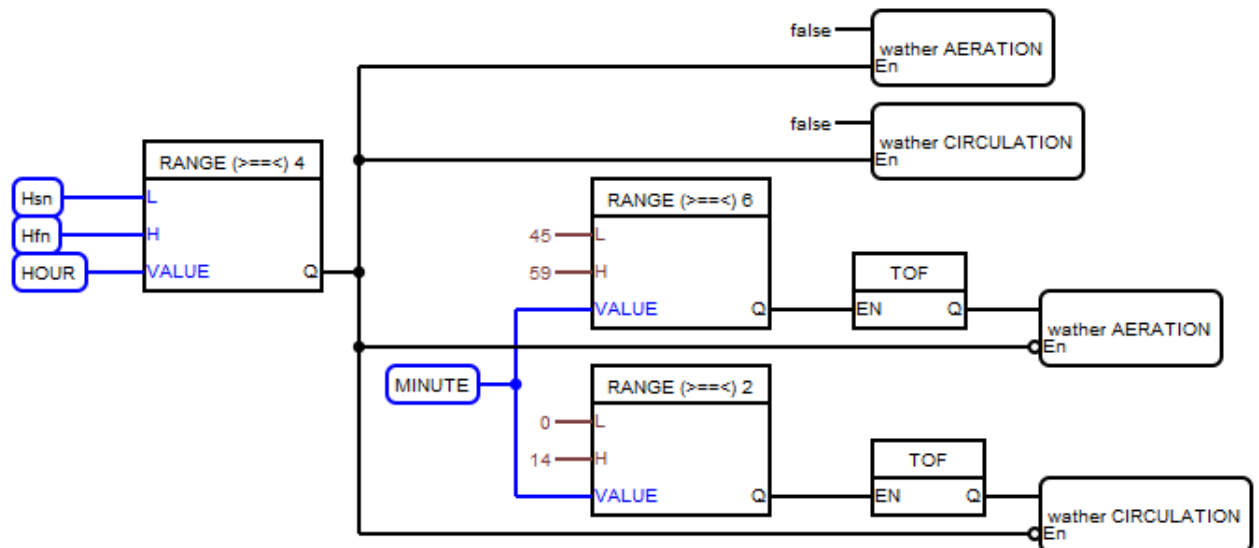
Блок 5. Підтримання температури води для зрошення

Вмикаємо нагрівач для підтримання заданої температури розчину

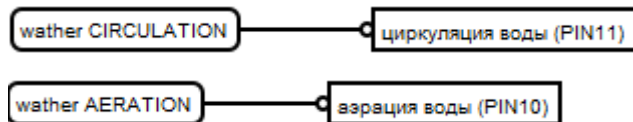


Блок 6. Зрошення з заданим інтервалом, який приходить з годинника реального часу.

Зчинуючи значення з годинника реального часу порівнюємо його з уставкою часу прокачки та аерації. А також задаємо скільки часу будуть виконуватись процеси

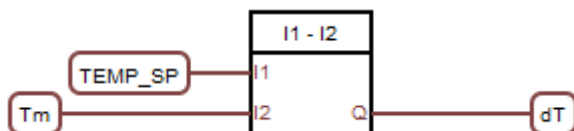


Задаємо керуючий вплив на відповідні виходи мікроконтроллера



Блок 7. Підтримка температури на одному рівні

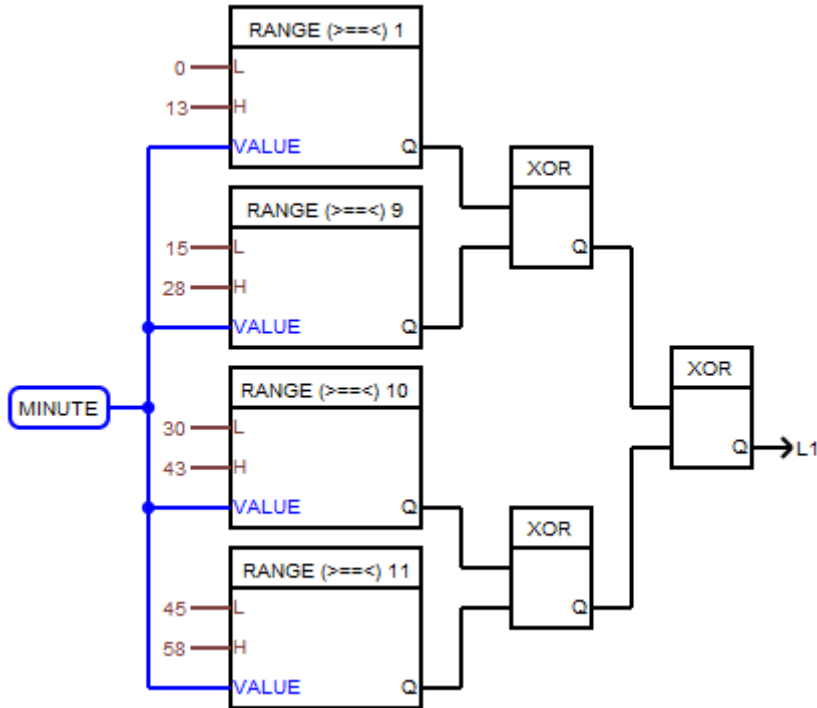
Визначаємо різницю значень реальної температури та уставки температури



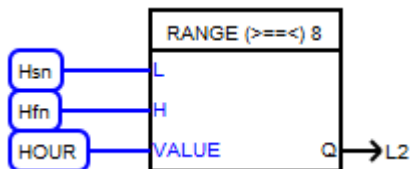
Продовження додатка Е

Блок 8. Керування освітленням та кондиціонування за допомогою PWM сигналу

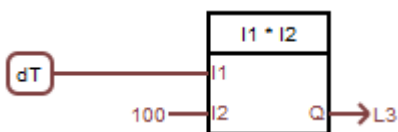
Порівнюємо значення з годинника реального часу з заданими константами



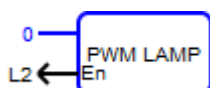
В проміжку з 00:00 до 3:00 вимикаємо освітлення



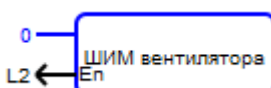
Нормуємо значення різниці заданої температури та реальної



Задаємо ширину скважності 100% для PWM джерела світла, по надходженню сигналу

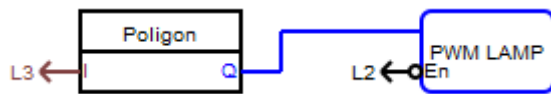


Таким же чином задаємо ширину імпульсу для PWM вентиляторів

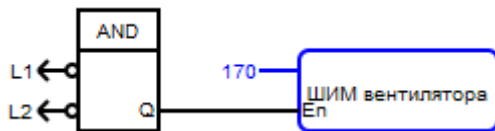


Продовження додатка Е

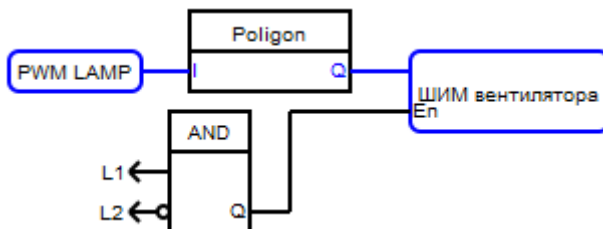
Задаємо характеристику зміни ширини імпульсу PWM



Вмикаємо вентилятор з потужністю 170\255, у випадку якщо не отримуємо сигнали з L1 та L2



Нормуємо характеристику для PWM сигналу вентилятору



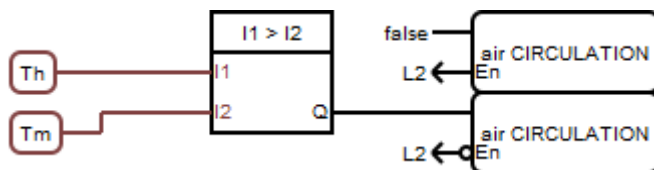
Подаємо сигнал для нарівача на відповідний вихід мікроконтроллера



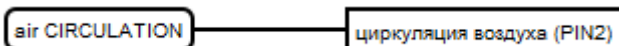
Подаємо сигнал для вентилятора на відповідний вихід макроконтроллера



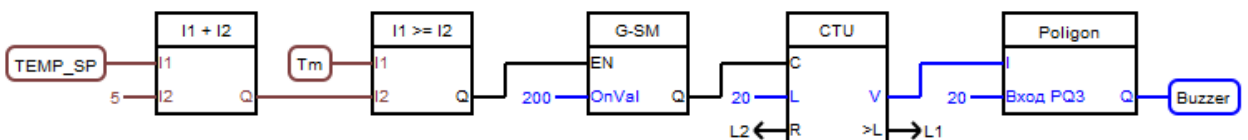
Порівнюючи температуру у верхньому та середньому шарах середовища гідропонної системи, вмикаємо або вимикаємо циркулювання повітря, шляхом вмикання вимикання вентиляторів



Виводимо сигнал на відповідний вихід мікроконтроллера

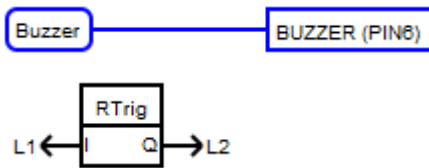


Блок 9. Сигналізування при відхиленні в температурі більш ніж на 5 градусів



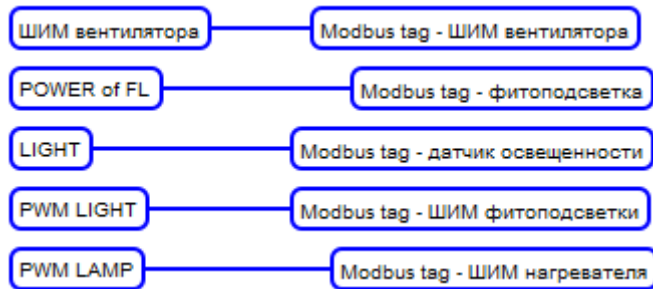
Продовження додатка Е

Виводимо сигнал сигналізації на відповідний вихід мікроконтролера

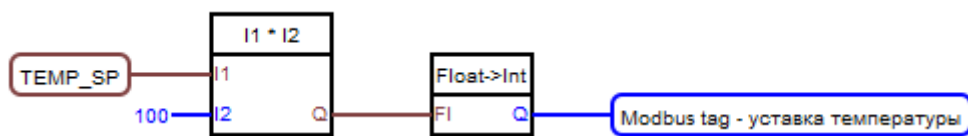


Блок 10. Відображення інформації на екрані орепатора

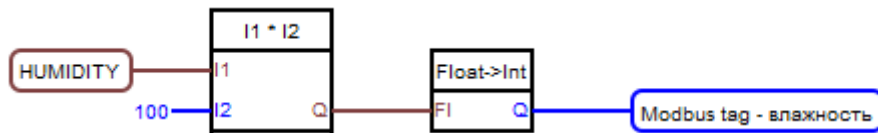
Виводимо дані зчитані з датчиків у «MasterOPC Universal Modbus Server»



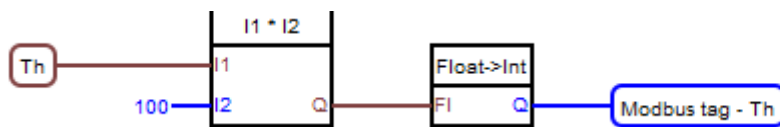
Виводимо на сервер пронормовані дані уставки темпертарути середовища



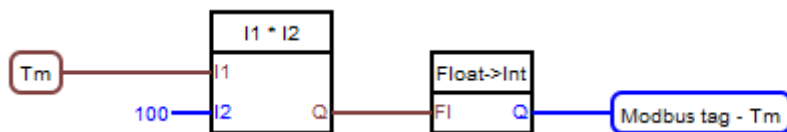
Виводимо на сервер пронормовані дані з давача вологості середовища



Виводимо на сервер пронормовані дані з давача температури в верхньому шарі середовища

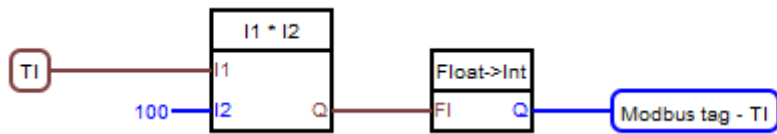


Виводимо на сервер пронормовані дані з давача температури в середньому шарі середовища

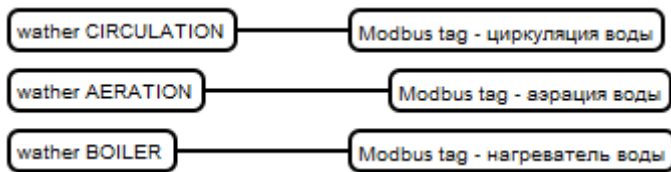


Продовження додатка Е

Виводимо на сервер пронормовані дані з давача температури в нижньому шарі середовища



Виводимо на сервер дані про циркуляцію аерацію та підігрів поживного розчину



Додаток Л
(Довідковий)
Конструктив ГСВР

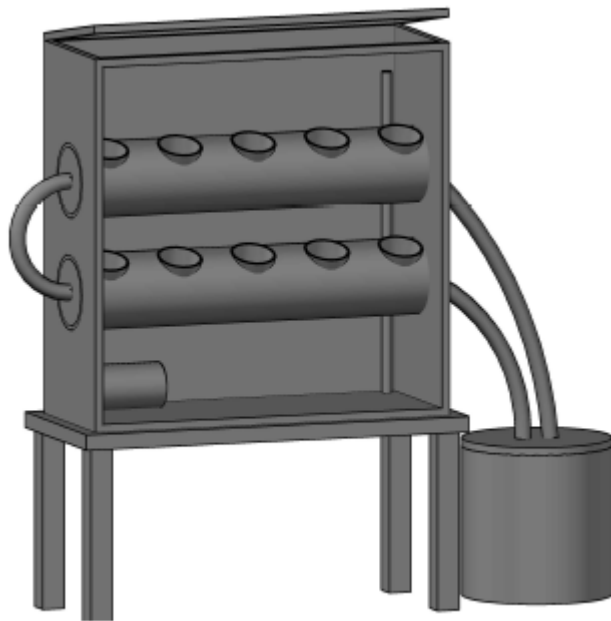


Рисунок Л.1 – Конструктив ГСВР загальний вид

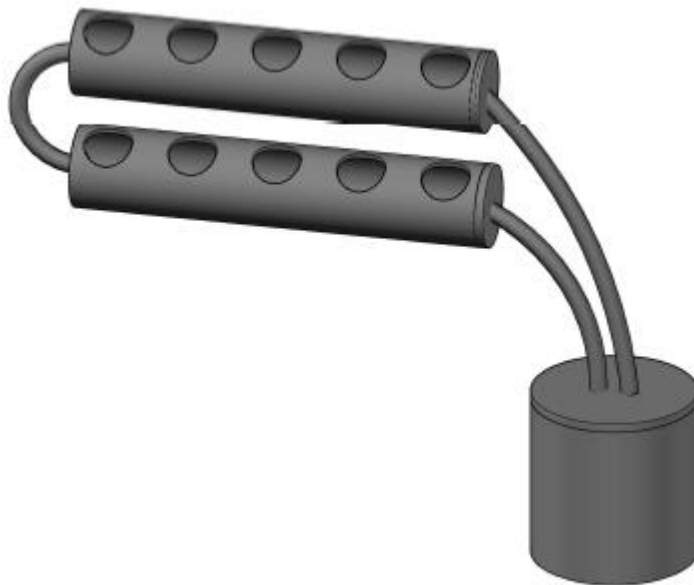


Рисунок Л.2 – Конструктив ГСВР система прокачки розчину