Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Багатофункціональна розумна теплиця**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТзс-42
спеціальності 141
електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Кричфалушій М.М. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Філюк Я.О. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Вакуленко О. О. (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Тарасенко М. Г. (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) Габрусєв Г. В. (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 10 » березня 2021 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Кричфалушій Михайло Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Багатофункціональна розумна теплиця

Керівник роботи Філюк Ярослав Олександрович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 23 » лютого 2021 року № 4/7-132

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Проаналізувати існуючі рішення, розробити електричну схему, а Також підібрати необхідні компоненти, розробити програму, налагодити програму і технічну частину проекту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Аналітичний розділ
2. Проектно-конструкторський розділ
3. Розрахунковий розділ
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1. Складальне креслення теплиці 1л. ф – А1
2.Структурні схеми автоматичного підігріву і поливу ґрунту та автопровітрювання 1л. ф – А1
3.Схема підключення датчика температури і вологості, схема підключення Транзистора, блок-схема алгоритму програми автоматичного обігріву ґрунту 1л. ф – А1
4. Блок-схеми алгоритму програми автоматичного поливу ґрунту та автопровітрювання 1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Гурик О.Я. к.т.н., доцент кафедри МТ		
Нормоконтроль	Вакуленко О.О., ст. викладач кафедри ЕІ		

7. Дата видачі завдання 10 березня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	26.03.2021	
2	Аналітичний розділ	31.03.2021	
3	Проектно-конструкторський розділ	16.04.2021	
4	Розрахунковий розділ	30.04.2021	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	14.05.2021	
6	Висновки	31.05.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	03.06.2021	
8	Оформлення графічної частини	10.06.2021	

Студент _____ Кричфалушій М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Філюк Я.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра Кричфалушія М.М. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТзс–42. - Т. : ТНТУ, 2021.

Стор. 58; рис. 30; табл. 2; креслень 4; джерел 25; додатків -.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: « Багатофункціональна розумна теплиця».

Метою роботи є забезпечення дотримання вимог проектування робочої багатофункціональної розумної теплиці.

Подано схемо-технічне рішення зниження значної вартості конструкції.

Проведений розрахунок системи розумної теплиці .

Ключові слова: БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА РОЗУМНА ТЕПЛИЦЯ, АВТОПРОВІТРЮВАННЯ, ЗАКРИТИЙ ГРУНТ.

ЗМІСТ

Реферат 3

Вступ 6

1 Аналітичний розділ 8

1.1 Аналіз існуючих рішень автоматичного поливу 8

1.2 Аналіз існуючих рішень автоматичного підтримування температури грунту 8

1.3 Аналіз існуючих рішень автопровітрювання 12

1.3.1 Електричний спосіб провітрювання 12

1.3.2 Гідравлічний спосіб провітрювання 13

1.3.3 Біметалічний спосіб провітрювання 14

1.3.4 Кватирковий метод провітрювання 14

2 Проектно-конструкторський розділ 16

2.1 Проектування структурної схеми 16

2.2 Вибір мікроконтролера 18

2.3 Вибір дисплея 19

2.4 Вибір пристрою оповіщення 21

2.5 Вибір датчика температури 21

2.6 Вибір нагрівального елементу 23

2.7 Вибір пристрою управління 24

2.8 Вибір ключового елемента 24

2.9 Вибір датчика температури і вологості 26

2.10 Елемент подачі води 27

2.11 Елемент провітрювання 28

2.12 Датчик рівня води 29

2.13 Датчик вологості ґрунту 29
3 Розрахунковий розділ 31
3.1 Розробка принципової схеми 31
3.2 Розрахунок та розробка конструкції пристрою 36
3.3 Програмна частина пристрою 37
3.4 Система розумної теплиці 42
3.5 Перевірка і налагодження програмної частини пристрою 45
4 Безпека життєдіяльності та основи охорони праці 49
4.1 Стійкість роботи об’єкту енергетики і фактори, що на них впливають 49
4.2 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування 50
4.3 Вплив кольору на покращення умов праці та підвищення продуктивності виробництва 52
Загальні висновки 55
Перелік посилань 56

ВСТУП

Актуальність роботи. Досить давно стала популярна тема розумного будинку ("smarthome"), проте, одночасно з розумними будинками стали розроблятися і такі системи як, так звані розумні теплиці. Розумна теплиця містить в собі систему в тепличних спорудах, яка складається з різного роду датчиків, які керують різними елементами і пристроями. "Розумна теплиця", являє собою повністю автоматизовану конструкцію, здатна спростити роботу в городах і садах. Однією з важливих особливостей розумних теплиць, є можливість монтування всіх складових системи абсолютно в будь-яку, навіть раніше побудовану, теплицю.

Винахід вже давно проник на заміські ділянки, і досить давно користується успіхом повсюди. Пристрої, розробленої системи розумної теплиці, керуються за допомогою подачі сигналів з керуючих пристроїв на виконавчі пристрої за допомогою розробленого алгоритму.

Розумна теплиця включає в себе такі системи, як:

1. Система автоматичного поливу, за допомогою крапельного зрошення;
2. Система автоматичного підтримування температури ґрунту;
3. Система автоматичного відновлення ґрунту (мульчування);
4. Система автопровітрювання;
5. Система автоматичного освітлення.

Виходячи зі списку систем перерахованих вище, в роботі будуть розглядатися такі окремі системи розумної теплиці, як:

1. Система автоматичного поливу, за допомогою крапельного зрошення;
2. Система автоматичного підтримування температури ґрунту;
3. Система автопровітрювання.

Метою кваліфікаційної роботи є: проектування робочої багатофункціональної розумної теплиці, використання якої буде легким в застосуванні.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі *завдання*:

– проаналізувати існуючі рішення;

– розробити електричну схему, а також підібрати необхідні електронні компоненти;

– розробити програму;

– налагодити програмну і технічну частину проекту.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 частин, висновків та переліку посилань.

Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 58 арк. формату А4, графічна частина – 4 плакати формату А1.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз існуючих рішень автоматичного поливу

Завдяки крапельному поливу здійснюється зрошення водою безпосередньо до коренів рослин. Полив відбувається малими дозами, які надходять до кожної рослини окремо. Даний спосіб здійснюється завдяки численним розгалуженням систем поливу за допомогою трубок з крапельницями. Завдяки подібному способу поливу рослин верхній шар ґрунту постійно знаходиться у вологому стані, що дозволяє рослинам вбирати необхідний рівень води.

Основною частиною даного методу поливу є гідроавтомат. Вода по трубках надходить з бака, з якого вона проливається самопливом.

Перевагами крапельного поливу є:

- відсутність процесу поширення бур'янових культур;
- рівномірне поширення води в ґрунті;
- економічність води (близько 30% на відміну від звичайних методів поливу).

Недоліками ж даного виду поливу є:

- досить складна конструкція;
- висока ціна витрат на обладнання;
- потрібно постійно стежити за чистотою води.

Складність і висока ціна системи, необхідність ретельно стежити за чистотою води, щоб не допустити засмічення крапельних стрічок.

1.2 Аналіз існуючих рішень автоматичного підтримування температури грунту

Чи не найважливішим в системі "розумна теплиця" є і автоматичний підігрів ґрунту, температура якого регулюється виходячи з даних встановлених на регуляторі.

Досить важливим є грамотне проведення економічного розрахунку системи обігріву землі, так як витрати на електроенергію відіграють значну роль на економічності системи. Водосховище поливу також можна укомплектувати з електронасосом і поплавком, який регулює рівень води у водосховищі. Завдяки введенню системи автоматичного наповнення водосховища, можна сміливо назвати дану систему повністю автоматичною.

Тепер слід поговорити детальніше про можливі варіанти обігріву ґрунту. Системи такого роду в продажі вже давно не новина і складають величезну різноманітність їх на ринку, так що слід розглянути деякі з них, які є основою даної теми. Сама по собі система обігріву ґрунту включає в себе:

- терморегулятор;
- нагрівальний елемент.

Розглянемо існуючі типи терморегуляторів. Найбільш розвиненою і відомою в системах обігріву житла і теплиць є компанія «Теплолюкс», тому будемо розглядати їх реалізації терморегуляторів.

Терморегулятор «Теплолюкс ТР510» дозволяє регулювати електричні системи обігріву землі. Як нагрівальний елемент, в даній системі виступають нагрівальні мати і плівки нагрівачі. Терморегулятор дозволяє витримувати певний показник температури, який був заданий заздалегідь оператором і забезпечує раціональний розподіл електроенергії.

Терморегулятор даного типу має ручку для регулювання температури і світлодіодний індикатор роботи системи. «Теплолюкс ТР510» дозволяє утримувати температурні показники в межах від +5 до +45 градусів за Цельсієм. Після його включення, поворотом регулювальної ручки за годинниковою стрілкою до упору. Після того як досягається температурний показник, який був зазначений заздалегідь, слід провертати ручку до моменту поки світлодіод згасне, тим самим приходячи до висновку що обігрів землі

вимкнувся. Таким чином фіксується температура, яка була задана, і дана температура буде далі утримуватися.

Терморегулятор, який будемо розглядати далі це TP515.

У порівнянні з розглянутим терморегулятором раніше, в ньому були виправлені описані недоліки. Такі недоліки як:

- наявність ЖК-дисплея (для відображення функціоналу терморегулятора);
- наявність кнопкового регулятора температури, за допомогою якого можна задавати бажані температурні показання, за допомогою кнопок «+» і «-» додавати або збавляти відповідно.

Вхід в режим установки параметрів здійснюється натисканням на кнопки Clock / Esc. Терморегулятор TP515 є підходящим для використання в роботі.

Існує два основних типи нагрівального елементу в області систем обігріву ґрунту:

- плівкові інфрачервоні полотна;
- нагрівальні мати.

Рисунок 1.1 – Плівкове інфрачервоне полотно для системи обігріву ґрунту

Для початку розглянемо інфрачервоні (плівкові) полотна (рисунок 1.1) як нагрівальний елемент. Нагрівання даних елементів відбувається шляхом

проведення струму по графітових смугах, які розташовуються один від одного паралельно на відстанях від 10 до 18 мм.

Тепер розглянемо як нагрівальний елемент нагрівальний мат (рисунок 1.2). Він являє собою кабельну систему, яка стягнута сіткою для зручності розміщення. Розігрів поверхні відбувається шляхом подачі електричного струму в кабель нагрівального мату. Таким чином, поверхня, під якою він розміщений, починає нагріватися.

Рисунок 1.2 – Нагрівальний мат

Одними з найважливіших переваг даного виду нагрівача ґрунту без сумніву є:

- зручність розміщення нагрівального елементу;
- стійкість до особливо вологим областям розміщення, що є важливою перевагою, в разі розміщення під грунтом, яка постійно знаходиться у вологому стані.

1.3 Аналіз існуючих рішень автопровітрювання

Процес провітрювання теплиць здійснюється відкриттям підвітряного боку, тим самим уникаючи негативних впливів холодного вітру. Даний метод дозволяє максимального контролювати теплі потоки всередині теплиці, крім цього регулювати кількість CO_2 і вологість повітря.

Традиційний вид відкривання фрамуг (у максимально відкритому положенні). Однак при цьому методі провітрювання процес відбувається досить повільно. Це обумовлено тим, що потоки теплого повітря пасивно спрямовуються вгору.

Нововведений метод, при якому фрамуги відкриваються на досить малу величину, проте повітря, що надходить при такому способі, створює протяг. Це призводить до того, що виходить більш якісне управлінням вологістю повітря і менші втрачати тепла.

Варіанти автоматичного провітрювання теплиць можна поділити на чотири типи:

- електричне;
- біметалічне;
- гідравлічне;
- автокватирка.

1.3.1 Електричний спосіб провітрювання

Даний метод має таку перевагу, як дешевизна. В даному способі основними елементами є термореле, а також електровентилятор, де найбільш важливим елементом є термореле. Завдяки термореле, датчик температури повітря регулює пороги спрацювання пристрою, тим самим подаючи сигнал спрацювання на електровентилятор. Таким чином настає процес охолодження повітря теплиці.

Плюсами електричного методу провітрювання є:

- проста реалізація нарівні з низькими витратами;

- можливість реалізації великої кількості підсистем провітрювання з безліччю термореле і електровентиляторів;
- внаслідок правильного монтажу системи, з'являється можливість введення додаткових функцій провітрювання повітряних потоків. Здійснюється шляхом збільшення оборотів електровентилятора при високих температурах повітря або ж охолодження повітря всередині теплиці;
- термореле є високоякісним і надійним пристроєм, тим самим не буде сумнівів в точності показань знятих ним. Досить нові моделі мають можливість задавати параметри, в межах яких слід відключати або включати систему.

Як недоліки електричного методу провітрювання слід зазначити непростий процес налагодження безперебійного живлення системи внаслідок відключення живлення енергії. Для того, щоб уникнути цього нюансу необхідно використовувати додаткове дороге устаткування. Даний нюанс є важливим особливо в спекотні дні, так як досить пари годин даної проблеми, внаслідок чого всі рослини в теплиці загинуть. Уникнути цієї проблеми можна в разі використання сонячних батарей, які монтуються на дах, але й дане рішення проблеми не дає 100% гарантії в тому, щоб забезпечити правильний робочий процес системи.

1.3.2 Гідравлічний спосіб провітрювання

Метод, що розглядається далі, є найбільш надійним і довговічним. Даний метод передбачає використання спеціалізованих гідравлічних елементів, які купуються або виготовляються власноруч. У разі розгляду заводського варіанту даної системи все досить просто, проте власноручна реалізація системи вимагає значної уваги. Власноручна реалізація володіє двома ємностями, які з'єднуються за допомогою шланга, в який заливають масляну рідину, але не до кінця.

Ємності системи розміщують всередині і зовні теплиці. У разі досягнення критичних температур в баку, розташованому всередині, відбувається

розширення масляної рідини, яка протікає по трубках. Що призводить переливання масляної рідини в зовнішній бак. Описаний процес призводить до так званого ефекту важеля, тим самим розкривається кватирка.

Коли область всередині теплиці охолоне достатньо сильно, відбудеться зворотній процес, після якого кватирка закриється.

Суть процесу провітрювання полягає в оптимізації температурних показників всередині теплиці щодо зовнішніх. При розташуванні кватирок необхідно розміщувати їх на максимально можливій висоті, щоб забезпечити максимально ефективний процес циркуляції повітря. Головною помилкою при розміщенні кватиркової області, є розміщення її біля землі, що призводить лише до сквознякового ефекту.

1.3.3 Біметалічний спосіб провітрювання

У разі даного методу вентиляція теплиці відбувається в процесі циркуляції повітря, унаслідок деформації матеріалу під впливом високих або низьких температур. Основними елементами даного методу є два метали, які якісно абсолютно відрізняються, а також різняться за коефіцієнтами розширення. Процес даної системи виглядає наступним чином, коли перша пластина деформується під впливом температурних ефектів, тим самим відбувається відкривання кватирки. Після того як пластина почне поступово охолоджуватися і досягне свого граничного значення поступово відбувається закриття кватирки.

Дана система має наступні переваги:

- простий монтаж;
- дешеве обладнання;
- довговічність системи.

З недоліків же слід зазначити, що є можливість того, що металева пластина буде недостатньо нагріта і не зможе відкрити кватирку.

1.3.4 Кватирковий метод провітрювання

Даний метод в нинішній час є найбільш популярним серед всіх раніше описаних. Всі підрядники і виробники, в даній області, вважають за краще і рекомендують даний метод. В даному методі конструкція являє собою елементи, які призначені для закриття або відкриття отворів. Кватирковий метод являє собою одну велику і єдину систему, яка містить в собі використання поршнів, масляних циліндрів, закріплювачів та штовхачів.

В циліндричних посудинах міститься масляна рідина, яка в разі нагрівання запускає розширення. Даний процес починає приводити в рух поршні, тим самим виштовхуючи їх, що в подальшому запускає процес відкривання кватирок. Внаслідок зменшення зовнішньої температури масло в циліндрі починає охолоджуватися, через що кватирки починають закриватися.

Плюсом даного методу провітрювання є його простота і економічність. Однак, якщо по периметру всієї теплиці розміщено деяку кількість кватирок відмінних від двох, то необхідно розміщувати дану систему окремо на кожну область.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Проектування структурної схеми

Для можливості централізації та управління необхідно використовувати компонент, який дозволяє зчитувати і обробляти сигнали, який виходячи з отриманих даних від датчиків, відповідно реагує, тим самим подаючи сигнали на виконавчі компоненти, а саме мікроконтролер.

Для системи автоматичного поливу ґрунту потрібно використовувати:

- датчик рівня води, який буде визначати поточну кількість води у водосховищі, тим самим давши зрозуміти, що необхідно додати води в разі її нестачі в водосховище;
- датчик фіксації стану вологості ґрунту. Таким способом система визначає, коли потрібно запустити процес поливу;
- дисплей, необхідний для моніторингу вологості ґрунту і візуалізації процесів настройки системи поливу;
- пристрій управління навантаженням, який після подачі з мікроконтролера сигналу запустить систему подачі води;
- система управління і налаштування процесів поливу. Пристрій сповіщення, служить для індикації відсутності води, щоб її додали в ємність для зберігання.

Для системи автопровітрювання необхідно використовувати такі елементи, як:

- датчик температури і вологості ґрунту, в залежності від показників знятих даними датчиком визначається поточний стан всередині теплиці;
- пристрій управління навантаженням, який після подачі з мікроконтролера сигналу запускає систему провітрювання.

Для системи автоматичного обігріву ґрунту необхідні такі елементи:

- датчик визначення температури ґрунту (контактного типу);
- пристрій управління навантаженням, який після подачі з мікроконтролера сигналу запустить підігрів ґрунту;
- система управління для завдання і налаштування процесів обігріву ґрунту;
- дисплей, необхідний для моніторингу температури ґрунту і візуалізації процесів настройки системи обігріву ґрунту.

Щоб забезпечити технічну безпеку в якості елемента живлення використано джерело живлення напругою в 12 В і силою струму 3А. Крім безпеки дане рішення було прийнято, так як в якості живлення нагрівального елементу системи обігріву ґрунту 5 В напруга від мікроконтролера є недостатньою для отримання бажаного результату. Щоб забезпечити мікроконтролеру можливість управління навантажувальними елементами необхідно використовувати ключові елементи.

Скомпонувавши отримані дані можна побудувати структурні схеми систем, які зображені на рисунках 2.1-2.3.

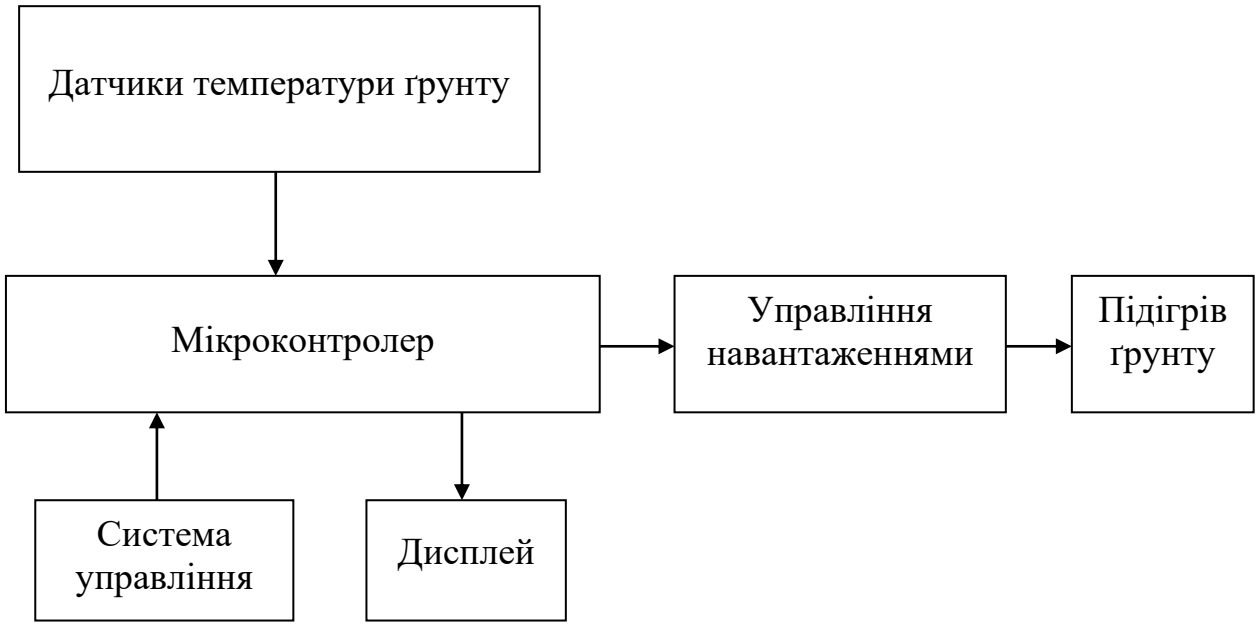


Рисунок 2.1 – Структурна схема автоматичного обігріву ґрунту

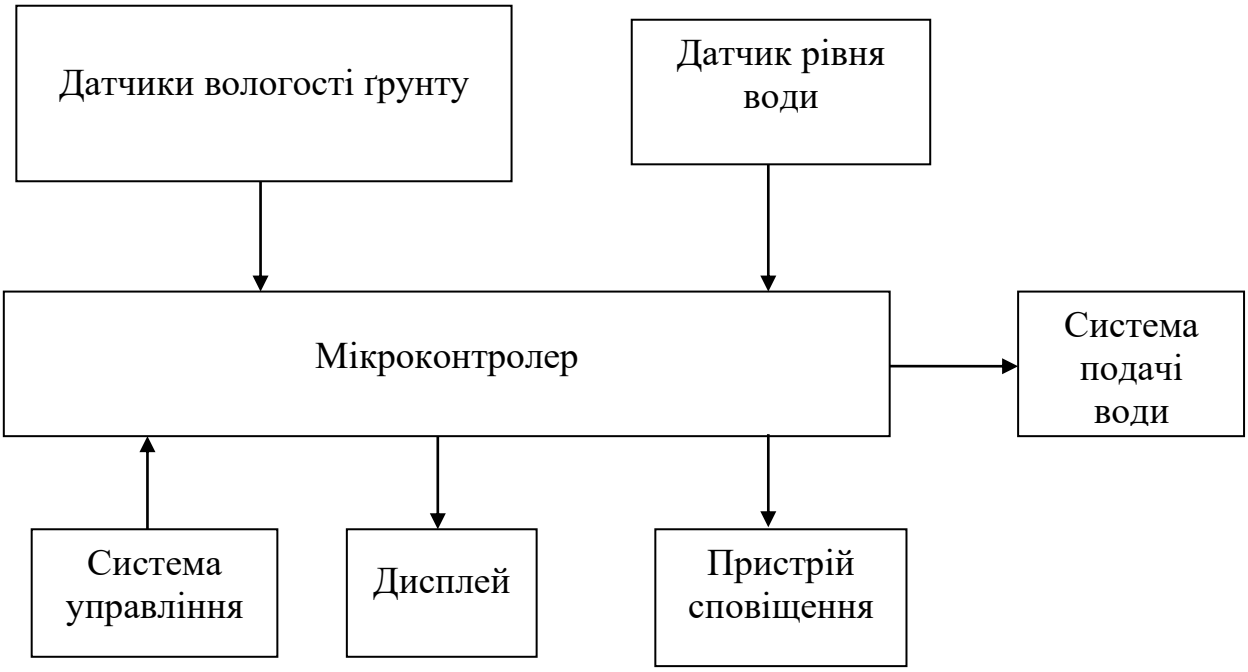


Рисунок 2.2 – Структурна схема автоматичного поливу ґрунту

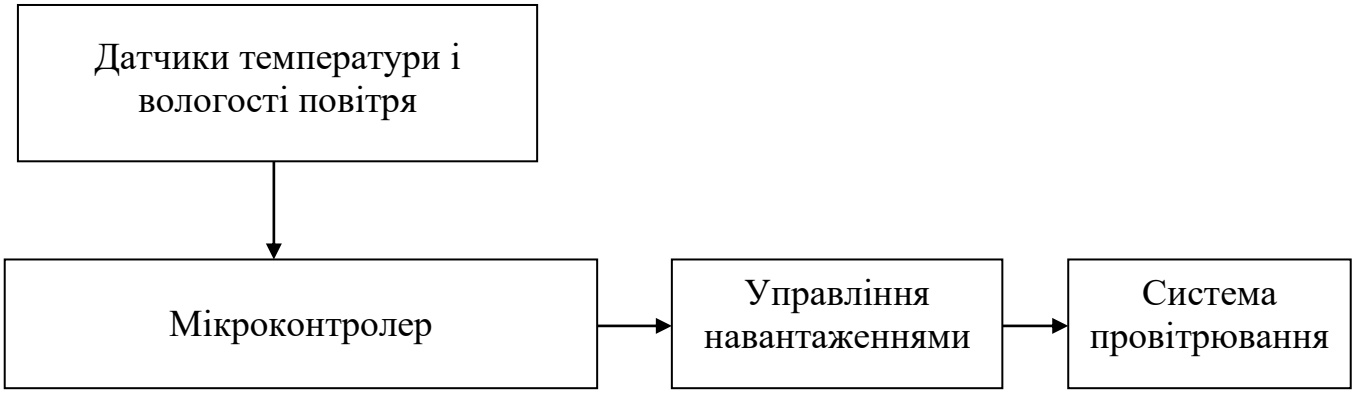


Рисунок 2.3 – Структурна схема автопровітрювання

2.2 Вибір мікроконтролера

Щоб керувати всіма системами розумної теплиці в якості мікроконтролера був обраний 8-бітний мікроконтролер від компанії Atmel серії Arduino. У мікроконтролері Arduino є присутньою необхідна для проекту перевага, яка дозволяє управляти повністю тривалістю і часом подачі керуючих сигналів на силову частину.

Надалі, вибір мікроконтролера полягав у визначенні необхідної серії. Було визначено приблизну кількість необхідних pin-ів, і вибрано мікроконтролер Arduino Uno (рисунок 2.4).

Рисунок 2.4 – Мікроконтролер компанії Atmel - ArduinoUno

Слід розглянути основні переваги даного мікроконтролера:

- процесор на 16МГц, 32Кб постійної і 2Кб оперативної пам'яті;
- даний мікроконтролер має 20 pin для введення і виведення сигналів. 20 pin-ів включають в себе 6 pin-ів аналогово типу, 6 цифрових pin-ів цифрового типу, які підтримують ШІМ сигнал, а також 2 pin-а апаратного переривання;
- у програмному середовищі існує значна кількість готових бібліотек;
- досить проста середовище в освоєнні IDEс мовою ArduinoC ++. При підключенні USB живлення, Arduino має можливість використання власної напруги величиною в 5В (дана величина напруги є достатньою для живлення більшості плат датчиків);
- мінімальна вартість і доступність у продажу.

2.3 Вибір дисплея

Щоб відстежувати стан і візуалізації процесів настройки, для систем автоматичного поливу і регулювання обігріву ґрунту, необхідно застосовувати РК - дисплей. Щоб вибрати необхідний РК - дисплей, необхідно дотримуватися

лише такого критерію, як достатня кількість рядків і стовпців, які знадобляться для використання в процесі роботи у вигляді інформації з Arduino Uno.

Виходячи з необхідної вимоги можна використати LCD - дисплей з 16-ма контактами під назвою WH-1602B3-NYG-CW. Даний LCD-дисплей представлений на рисунку 2.5.

Дисплей здатний підтримувати два види варіацій паралельного типу інтерфейсу, це:

- 8 бітний інтерфейс, він дозволяє за один такт передавати 8 біт інформації;
- 4 бітний інтерфейс, він дозволяє за один такт передавати 4 біт інформації.

Дані види інтерфейсів сильно обмежуються кількістю необхідних pin-ів мікроконтролера при підключення, а особливо 8 бітний тип, який відразу слід відкинути. Хоч від кількость бітів залежить швидкість відображення зображення на дисплеї, проте вона на стільки мала, що навіть не варто брати велику кількість бітів. Величина швидкості оновлення зображення на дисплеї або ж FPS становить величину не більше 10 разів на секунду, що не дозволяє помітити оком частоту оновлення даних.

Рисунок 2.5 – Текстовий LCD-дисплей WH-1602B3-NYG-CW

Даний дисплей є не зручним в розміщенні через велику кількість проводів, яка призводить до великої величини необхідних pin-ів на Arduino Uno. З огляду на те, що навіть при 8 бітному паралельному інтерфейсі необхідно використовувати 12 pin-ів, було вирішено в застосування LCD -

дисплея додати такий компонент, як I2C - модуль, який зображений на рисунку 2.6.

2.4 Вибір пристрою оповіщення

Як пристрій оповіщення, про необхідність додавання води в ємність поливу, були використані звичайний світлодіод і зумер, який також називають "п’єзопищалкою", для звукового оповіщення користувача.

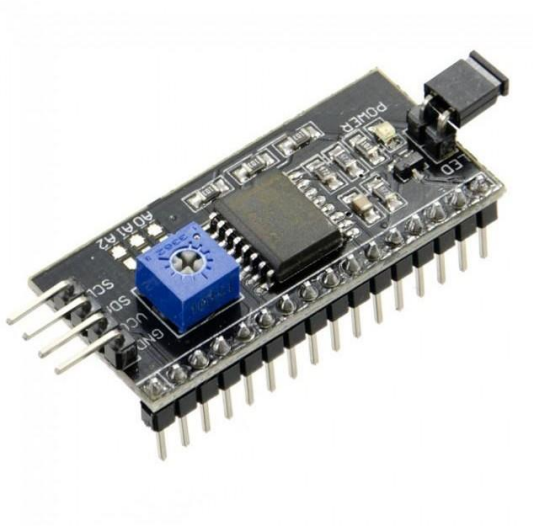


Рисунок 2.6 – I2C-модуль для LCD-дисплея

Завдяки I2C модулю вирішується така проблема як занадто велика кількість pin-ів необхідних для підключення до Arduino до кількості в 4, а також I2C - модуль володіє підстрочним резистором, завдяки якому легко можна регулювати підсвічування самого дисплея.

2.5 Вибір датчика температури

Щоб відстежувати зміни температури ґрунту, необхідно використовувати датчик температури, який буде в максимально близькому контакті з поверхнею, що нагрівається і ґрунтом. При виборі необхідного датчика температури використовувалися такі критерії:

- датчик повинен визначати зміни показників в межах від -10 градусів за Цельсієм до + 40 градусів. Даний вибір температурних показників пов'язаний з вище розглянутими аналогами, в яких терморегулятори працюють в даних межах, так і більше + 40 ° С в системі обігріву ґрунту немає потреби;
- досить малий поріг похибки вимірюваних величин;
- реалізація плоского корпусу самого датчика, яка необхідна для абсолютно щільного розміщення на обігріваючому елементі, тим самим отримуючи максимально точні значення з температурного датчика;
- напруга живлення в 5В;
- доступність і дешевизна.

Найбільш відповідає вищевказаним параметрам датчик температури Dalas 18b20 (DS18B20), який зображений на рисунку 2.7.

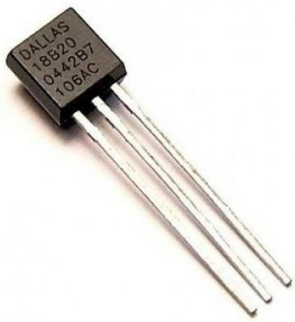


Рисунок 2.7 – Датчик температури DS18B20

Датчик володіє наступними параметрами:

- напруги живлення ($U_ж$) від 3 до 5 вольт;
- поріг вимірюваних температур лежить в межах від -55 градусів за Цельсієм до + 125 °С;
- похибка вимірювання температур плюс-мінус 0,5 °С.

Також слід відзначити корпусне розміщення датчика, а саме ТО-92. Даний вид корпусу дозволяє розміщувати датчик на плоских поверхнях в абсолютній близькості.

У датчику температури DS18B20 обмін отриманої інформації з мікроконтролером відбувається шляхом використання інтерфейсу One-Wire.

Даний протокольний інтерфейс використовує одну лінію зв'язку, ця особливість дозволяє застосовувати одночасно кілька датчиків.

2.6 Вибір нагрівального елементу

Виходячи з вищенаведеного, єдиним важливим обмеженням при виборі нагрівального елементу, є, величина напруги живлення в 12 В. Всі розглянуті аналоги теплих підлог реалізовуються при напрузі живлення мережі (220В). Виходячи з цього, слід відзначити, що використання маточного нагрівального елементу і інфрачервоного повністю виключається.

Також слід зазначити, що реалізація маточного і інфрачервоного нагрівальних елементів здійснюється не менше 1м довжиною для інфрачервоних і 2 м завдовжки для маточних.

Для обігріву ґрунту вирішено використовувати звичайний нагрівальний елемент. Даний нагрівальний елемент на ринку продається різних розмірів і зображений на рисунку 2.8.

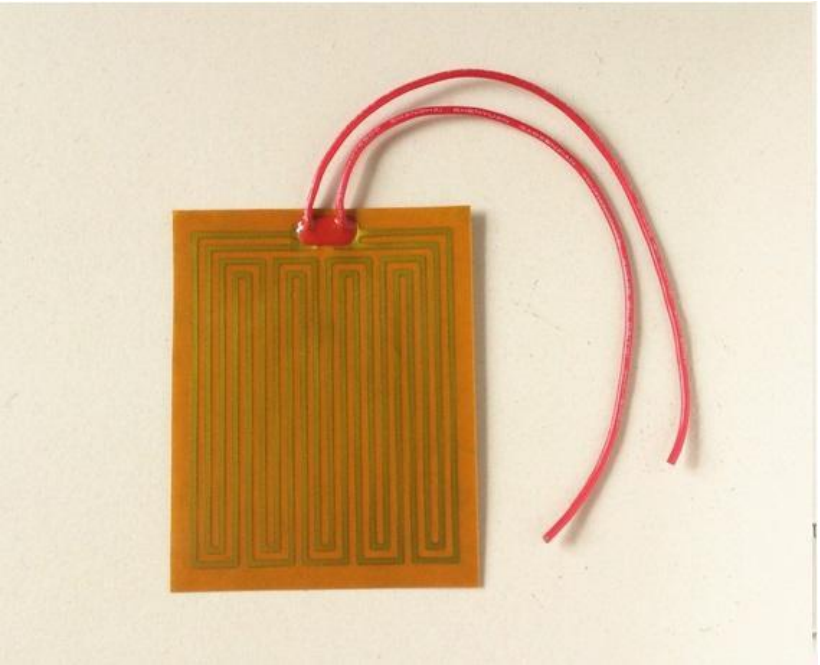


Рисунок 2.8 – Приклад нагрівального елементу

Однак надалі постала ще одна проблема – це ціна нагрівальних елементів. Навіть нагрівальний елемент габаритами 20см * 18см приблизно коштує 400 гривень, а дана сума вже перевищує величину вартості одного мікроконтролера. Виходячи з вартості, було прийняте рішення виконати свій нагрівальний елемент за допомогою процарапування доріжок на фольгованому текстоліті.

2.7 Вибір пристрою управління

При виборі елементів для пристрою управління, було вирішено використовувати звичайні тактові кнопки, які після віджимання повертаються в свій початковий стан (на замикання). Критерієм вибору тактових кнопок є простота розміщення на стенді розумної теплиці, а також естетичність зовнішнього вигляду. Також важливим критерієм є можливість затримки напруги пропускання в 5 В.

З отриманих критеріїв обрали тактову кнопку PBS, яка витримує напругу, не більшу 20 В. Дана тактова кнопка зображена на рисунку 2.9.

Рисунок 2.9 – Тактова кнопка PBS для пристрою управління

2.8 Вибір ключового елемента

Як і описувалося раніше, pin-и Arduino не призначені для роботи при високих навантаженнях і великихих напругах (струм Arduino обмежений

величиною в 40мА). Для обходу даної проблеми застосовуються ключові елементи, наприклад, MOSFET-транзистор, який і будемо використовувати. Цим самим з'являється можливість використання навантажень в кілька ампер.

Для управління ШІМ сигналом найбільш вдалим варіантом є MOSFET-транзистор, так як відкриття даного транзистора управляється подачею струму, як в біполярному транзисторі, а напруги на затвор транзистора. Дана особливість дає можливість малими струмами з pin-ів Arduino управляти великими струмами на самому навантаженні. Також слід зазначити таку перевагу MOSFET-транзисторів, як мала величина спаду напруги на ньому, відмінна від тих значень, які виходять при використанні реле, так як MOSFET-транзистор має малу величину опору на витік-стік (RDSon).

Щоб вибрати MOSFET-транзистор, необхідно враховувати такий пункт, як відкривання його безпосередньо від мікроконтролера без будь-якого додавання додаткових біполярних транзисторів або ж драйверів, потрібно дотримуватися такого параметру як GateTreshold (порогова напруга включення транзистора). Даний параметр в нашому випадку повинен лежати в межах від 1 до 4 вольт. Також, неменшважливим параметром при виборі транзистора є Draincurrent (continiuous). Даний параметр визначає тривалість струму, що надходить на затвор транзистора для його відкриття, яку здатний витримати транзистор. Виходячи з вибору джерела живлення з величиною струму 3А, то параметр Draincurrent (continiuous) повинен лежати в межах з запасом більше 30%.

Підвівши підсумки необхідних параметрів транзистора, був обраний транзистор STP16NF06. Даний транзистор зображений на рисунку 2.10.

Параметри і характеристики обраного транзистора, а саме:

- опір витік-стік в відкритому стані 0,1Ом;
- гранична напруга включення транзистора: 2В - 4В;
- максимальний струм стоку при тривалому відкритті: 11А.

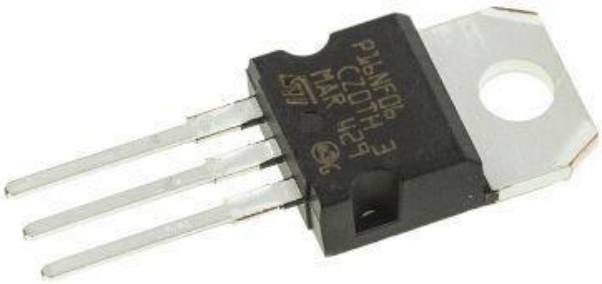


Рисунок 2.10 – Довідкові дані MOSFET-транзистора STP16NF06

2.9 Вибір датчика температури і вологості

При розгляді можливих варіантів датчиків температури і вологості, було вирішено, зупиниться на варіанті серії DHT. З варіацій даної серії датчиків можна вибрати DHT11 і DHT22. Слід зазначити основні відмінності даних датчиків, щоб визначиться в їх виборі:

- істотний недолік DHT11 – це неможливість використання в мінусових температурах;
- DHT22 є більш точним датчиком, так як дозволяє заміряти значення до десятих часток;
- DHT22 є більш дорогим у порівнянні з DHT11.

Виходячи з вище сказаного, так як DHT22 є найбільш дорогим варіантом і використання мінусових температур в нас не передбачено, тому вибрали датчик DHT11, зображення якого представлено на рисунку 2.11.

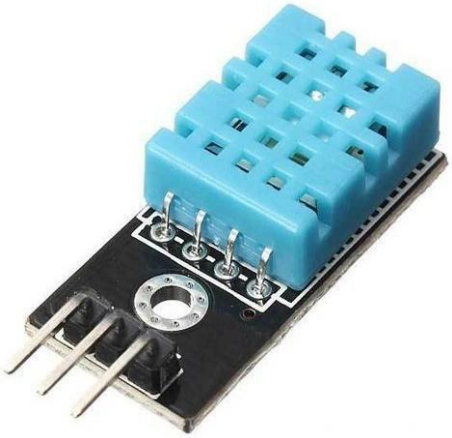


Рисунок 2.11 – Датчик температури і вологості DHT11

Детальніше розглянемо параметри обраного датчика температури і вологості:

- величина напруги живлення: 3-5 В;
- максимальна величина споживаного струму: 2,5мА;
- діапазон величини вимірюваної вологості: 20% - 80%;
- діапазон величини вимірюваної температури: 0 - 50 °С.

2.10 Елемент подачі води

Для зрошення водою необхідно використати помповий насос, який буде подавати потоки води через трубки в ґрунт. Існує два типи помпових насосів, а саме: навісного і занурювального типу. Ми будемо використовувати занурювальний тип, так як в водосховищі не присутні будь-які потоки. Визначившись з типом помпи залишається лише обмеження напруги електроживлення, а саме не більше 12 В. Розглянувши можливі помпи, було прийнято використовувати звичайну помпу фірми WAVGAT, яка розрахована на напруги живлення від 3 до 5 В і дозволяє передавати потоки води зі швидкістю 70-20 літрів за годинк. Дані параметри більш ніж підходять для крапельного зрошення і представлена дана помпа на рисунку 2.12.

Рисунок 2.12 – Мікропомпа (насос) води занурювального типу фірми WAVGAT

2.11 Елемент провітрювання

Після розгляду усіх можливих варіантів управління провітрюванням, як елемент провітрювання для розумної теплиці було вирішено використовувати сервопривід. Основними параметрами при виборі сервоприводу є:

- вага пересувної частини не більше 1кг;
- напруга живлення від 5В то 12В;
- швидкість спрацьовування і доведення до 60° приблизно 0,2 секунди;
- кут повороту близько 90 °;
- дешевизна і доступність.

Виходячи з вищеописаних параметрів, як сервопривід для управління системою автопровітрювання був обраний поширений і дешевий SG90, який представлений на рисунку 2.13.

Рисунок 2.13 – Сервопривід SG90

Даний сервопривід володіє наступними характеристиками:

- напруга живлення від 4,8 до 6В;
- момент (зусилля) 1,2 кг * см в разі напруги живлення 4,7В;
- швидкість повороту сервоприводу 0,12 сек при тій же напрузі;
- максимальний кут повороту 180 °.

2.12 Датчик рівня води

Як пристрій для виміру рівня води в баку вирішено використовувати горизонтальний сенсорний поплавок OOTDTY 1A50152, що представлений на рисунку 2.14.

Даний датчик має наступні характеристики:

- напруга живлення близько 5В;
- робоча температура від -30 до +125 градусів за Цельсієм;
- максимальна потужність перемикача 10Вт;
- максимальний імпульсний струм 0,5 А.

Рисунок 2.14 – Датчик рівня води OOTDTY 1A50152

2.13 Датчик вологості ґрунту

В процесі розробки системи автополиву одним з важливих елементів є датчик, який би відстежував стан вологості ґрунту.

При виборі датчика вологості ґрунту для системи автополиву, орієнтовними параметрами елемента є наступні:

- напруга живлення близько 5В;
- можливість використання як аналогового, так і цифрового управління;
- струм споживання не більше 50мА;
- дешевизна і доступність.

Розглянувши різні варіанти використовуваних датчиків вологості, найбільш відповідним за даними і найбільш поширеним є датчик вологості, який складається з двох елементів:

- сам датчик YL-38;
- контактний щуп для розміщення в ґрунті YL-69.

Даний датчик представлений на рисунку 2.15.

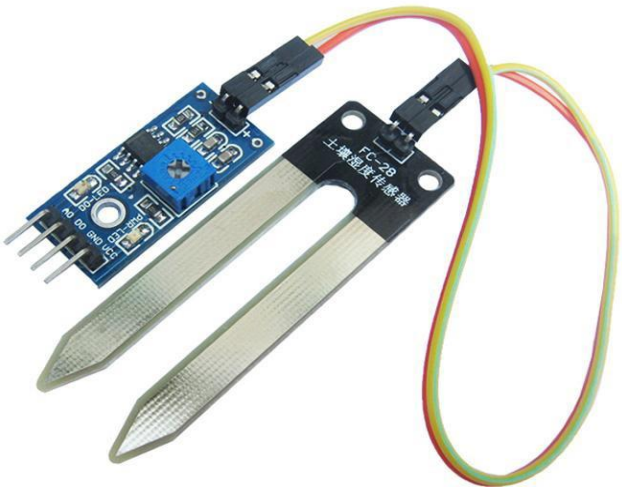


Рисунок 2.15 – Датчик вологості і щуп (YL - 38 і YL - 69 відповідно)

Крім його дешевизни і доступності, даний датчик також має можливість як аналогового сигналу, який дозволяє отримати різні коефіцієнти вологості ґрунту, так і цифрового, який подає сигнал 0 або 1 відповідно до стану ґрунту.

Даний датчик має наступні характеристики:

- напруга живлення від 3,3 до 5В;
- споживання струму: 35мА.

Однак слід зазначити істотний недолік даного датчика, а саме ржавіння контактів щупа з часом. Однак даний факт має місце при постійному використанні у вологому ґрунті протягом 3 місяців роботи. Це буде враховано при розробці конструкції.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка принципової схеми

В ході розробки принципової схеми часто були використані, так звані, підтягуючі резистори. Основним їх завданням є гарантія високого чи низького логічного рівня на вході. Дана проблема вирішується в таких випадках, як:

- відсутність з'єднання провідників з логічним виходом;
- відсутність замикання ключового елемента на логічному виході, який застосовується в якості відкритого виведення ключового елемента;
- наявність високого опору між логічними контактами та іншою частиною схеми (даний процес реалізується за допомогою закритого транзистора в ключовому режимі).

Розглянемо окремі елементи. Почнемо з підключення LCD-дисплея з наявністю I2C модуля. Дане з'єднання зображено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – З'єднання контактів LCD-дисплея з I2C модулем до Arduino Uno

LCD I2C модуль	Arduino Uno
SCL	A5
SDA	A4
VCC	+ 5V
GND	GND

Після того, як було описано вище про необхідність підтягуючих резисторів, наведемо елементи, які потребують їх наявність, а саме: датчик температури і вологості DHT11 і контактний датчик температури для системи

обігріву підлоги DS18B20. Дані факти пояснюються наявністю відповідних схем збору для даних елементів. Схеми підключення датчика температури і вологості DHT11 представлена на рисунку 3.1.

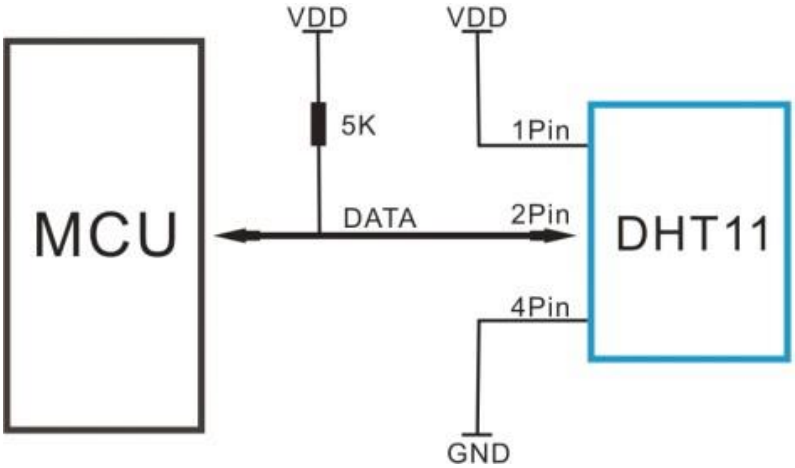


Рисунок 3.1 – Схема підключення датчика температури і вологості DHT11

Крім цих елементів, також необхідно використовувати підтягуючі резистори в системі управління, окремо на кожній кнопці. Щоб не додавати додаткових елементів на макетну плату використано вбудовані в Arduino Uno резистори.

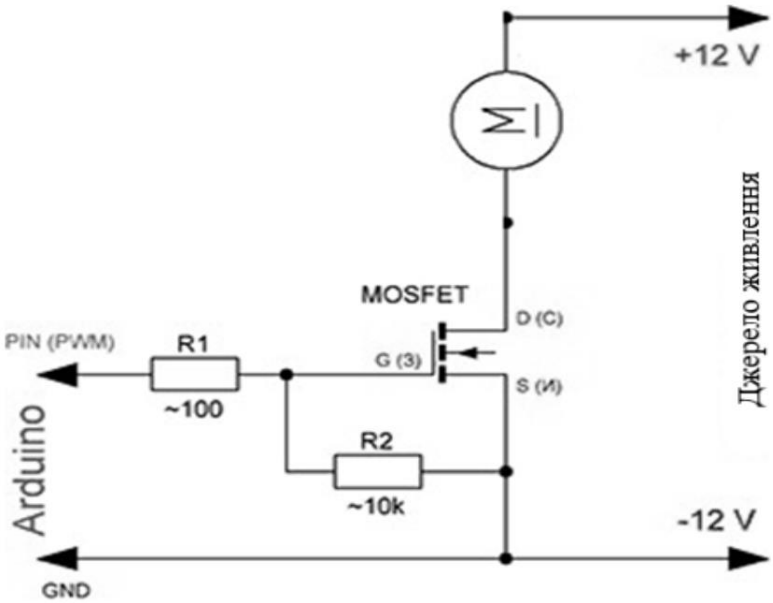


Рисунок 3.2 – Схема підключення MOSFET-транзистор STP16NF06

В MOSFET-транзисторі (рисунок 3.2) для управління навантаженням також використовується підтягуючий резистор між з'єднанням затвор-витік. Це дозволяє утримувати на затворі постійно низький рівень, коли мікроконтролер не подає сигнали високого рівня для відкриття. Завдяки такій зміні схеми запобігається довільне спрацьовування польового транзистора, при опорі обраного резистора величиною в 10кОм. Також необхідно використовувати резистор величиною від 50 до 150 Ом в ланцюзі затвор-мікроконтролер, так як це необхідно, щоб на Arduino не прийшов небажаний викид струму.

Підключення датчика вологості ґрунту представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – З'єднання контактів YL - 38 і YL - 69 до Arduino Uno

LCD I2C модуль	Arduino Uno
A0	A3
D0	Pin 1
VCC	+ 5V
GND	GND

Принципова електрична схема кожної з підсистем представлена на рисунках 3.3-3.5. Розробка і реалізація даних принципових схем проводилася в програмному середовищі КОМПАС-3D. На рисунку 3.6 представлена повна принципова схема системи розумної теплиці.

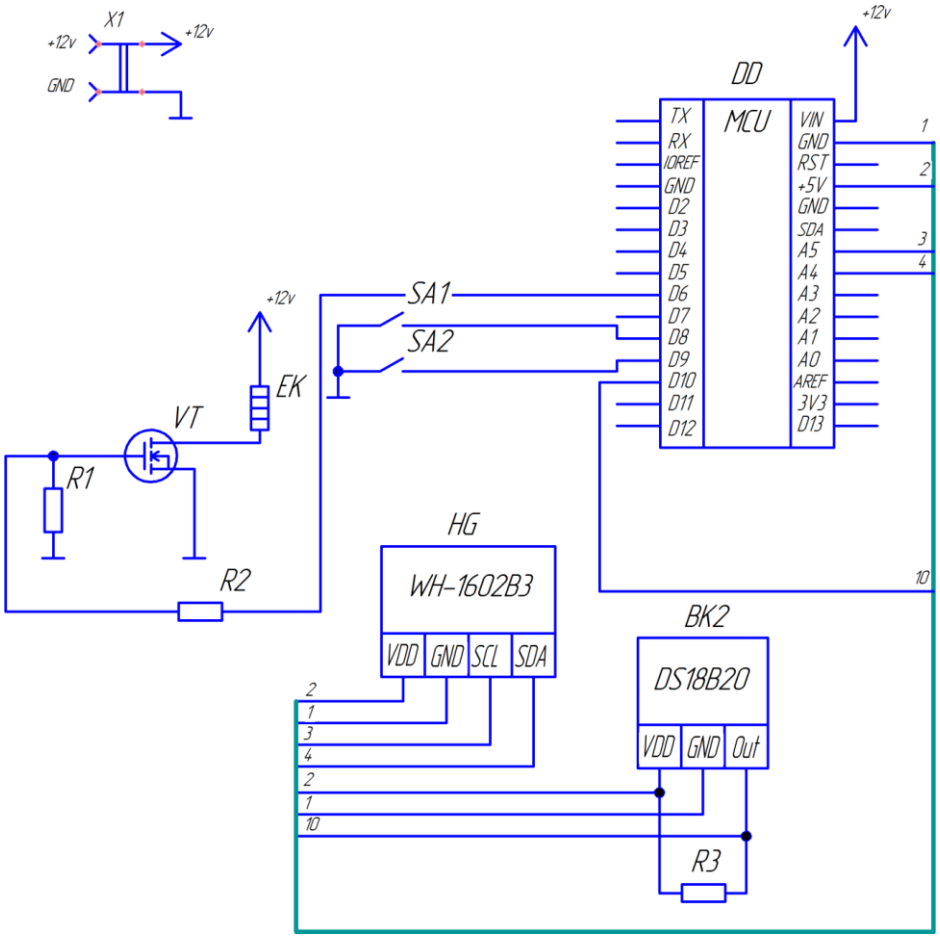


Рисунок 3.3 – Принципова електрична схема для системи обігріву ґрунту

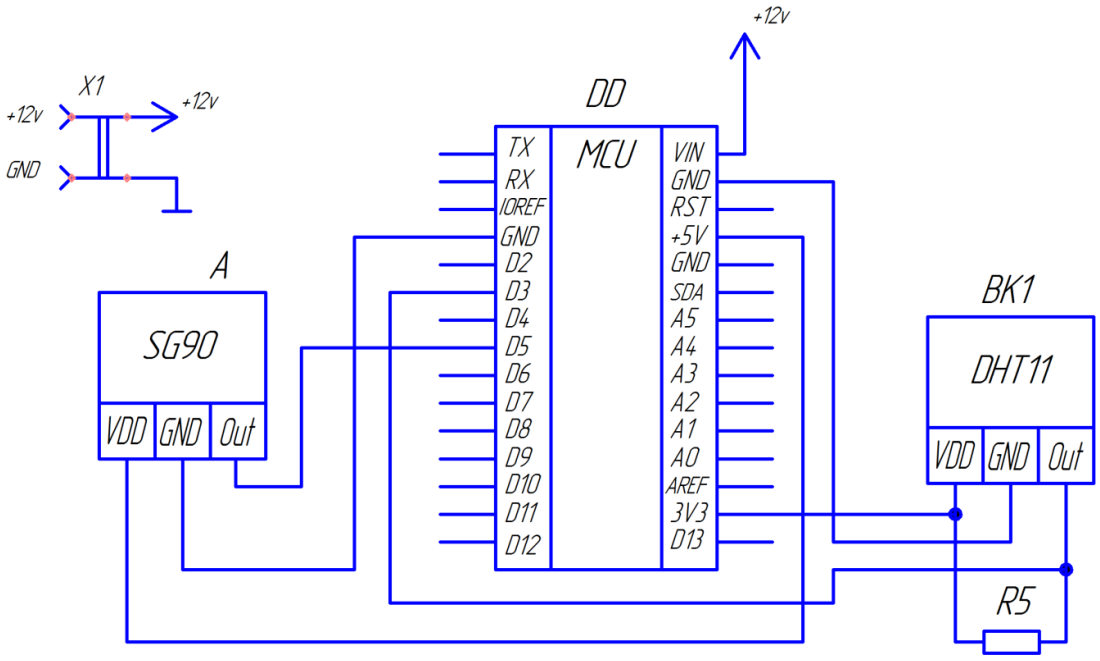


Рисунок 3.4 – Принципова електрична схема для системи автопровітрювання

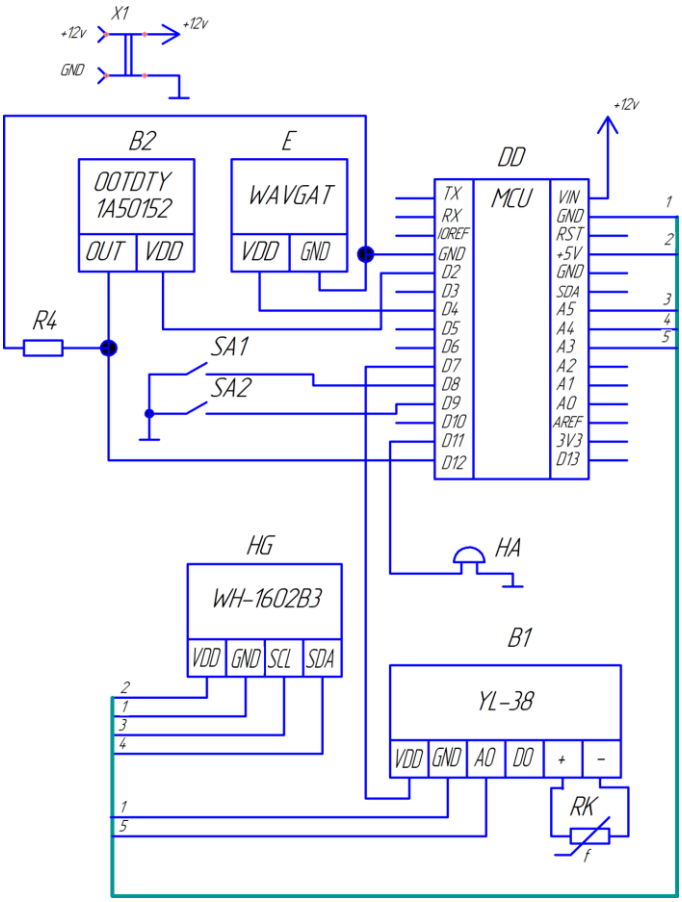


Рисунок 3.5 – Принципова електрична схема для системи автополиву

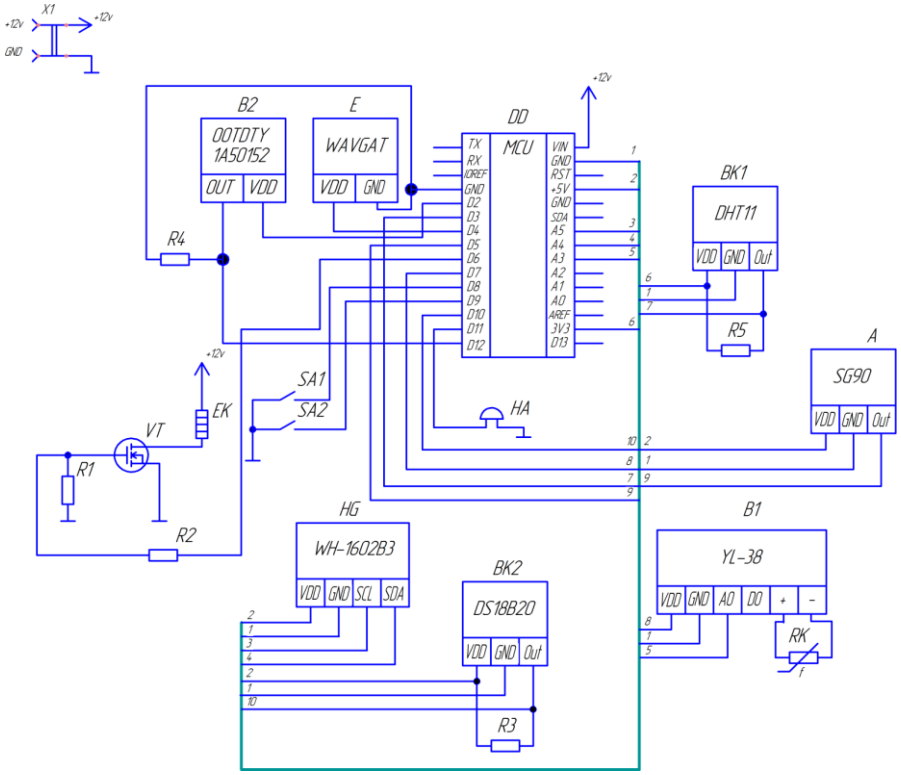


Рисунок 3.6 – Принципова електрична схема системи розумної теплиці

3.2 Розрахунок та розробка конструкції пристрою

В програмному середовищі КОМПАС-3D у вигляді 2-ох проекцій було спроектовано складальне креслення теплиці (рисунок 3.7).

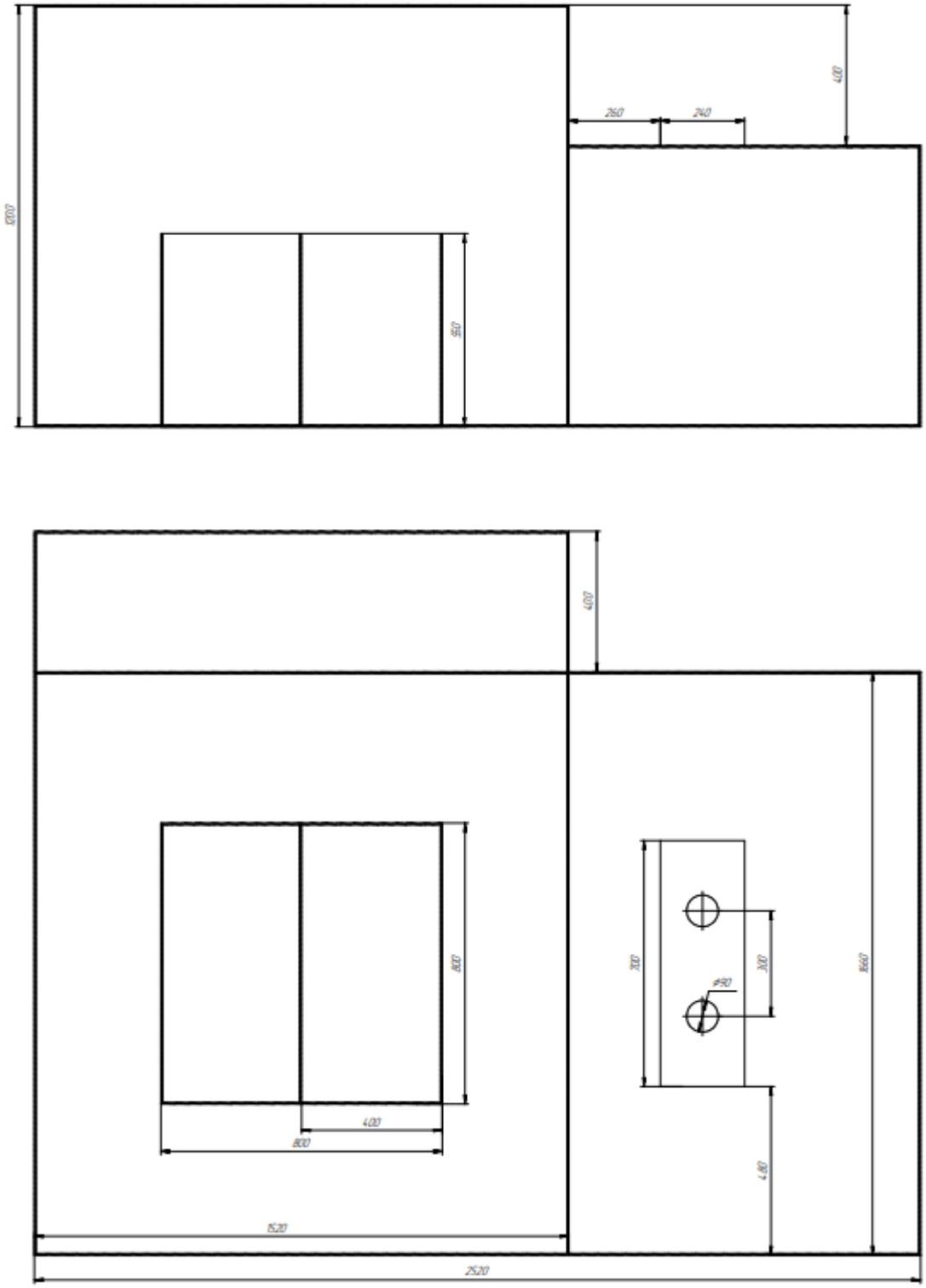


Рисунок 3.7 – Складальне креслення теплиці

Якщо розглядати горизонтальну проекцію, то слід зазначити праву секційну частину розмірами 100 см*166 см, а також ліву секційну частину з розмірами 152 см*166 см, на дні якої і буде розміщуватися нагрівальний елемент. Також видно на першій секційній частині отвір під розміщення LCD-дисплея, габаритами 70см* 24см, і отвори діаметром в 9 см під розміщення системи управління.

Також, як ємність з водою для системи автоматичного поливу, виступає область з розмірами 40 см* 152 см. Ще всередині лівої секції буде розміщена двосекційна область для виміру вологості ґрунту, де одна з областей буде демонструвати сухий ґрунт, а друга вологий. Розміри даної області складають 80 см*80 см і висотою 55 см.

3.3 Програмна частина пристрою

Перед тим як починати написання програмної частини стенду, слід ретельно розробити алгоритм роботи всіх підсистем. Щоб алгоритм був простий для візуально сприйняття, а також просто для усвідомлення, було вирішено представити алгоритм всім підсистем у вигляді блок-схем.

Складання програмної частини розробленого алгоритму дій всіх підсистем виконується в програмному середовищі спеціалізованої під мікроконтролери Arduino, під назвою Arduino IDE. Також слід зауважити, що мікроконтролери версії Arduino є, в даний час, найбільш доступними і дешевими.

Блок-схеми розроблених систем автообігріву ґрунту, автоматичного поливу, а також автопровітрювання, представлені на рисунках 3.8-3.10 відповідно.

Як тільки були складені алгоритми роботи кожної з підсистем у вигляді блок-схем, сміливо можна приступати до розробки вже безпосередньо програмного коду.

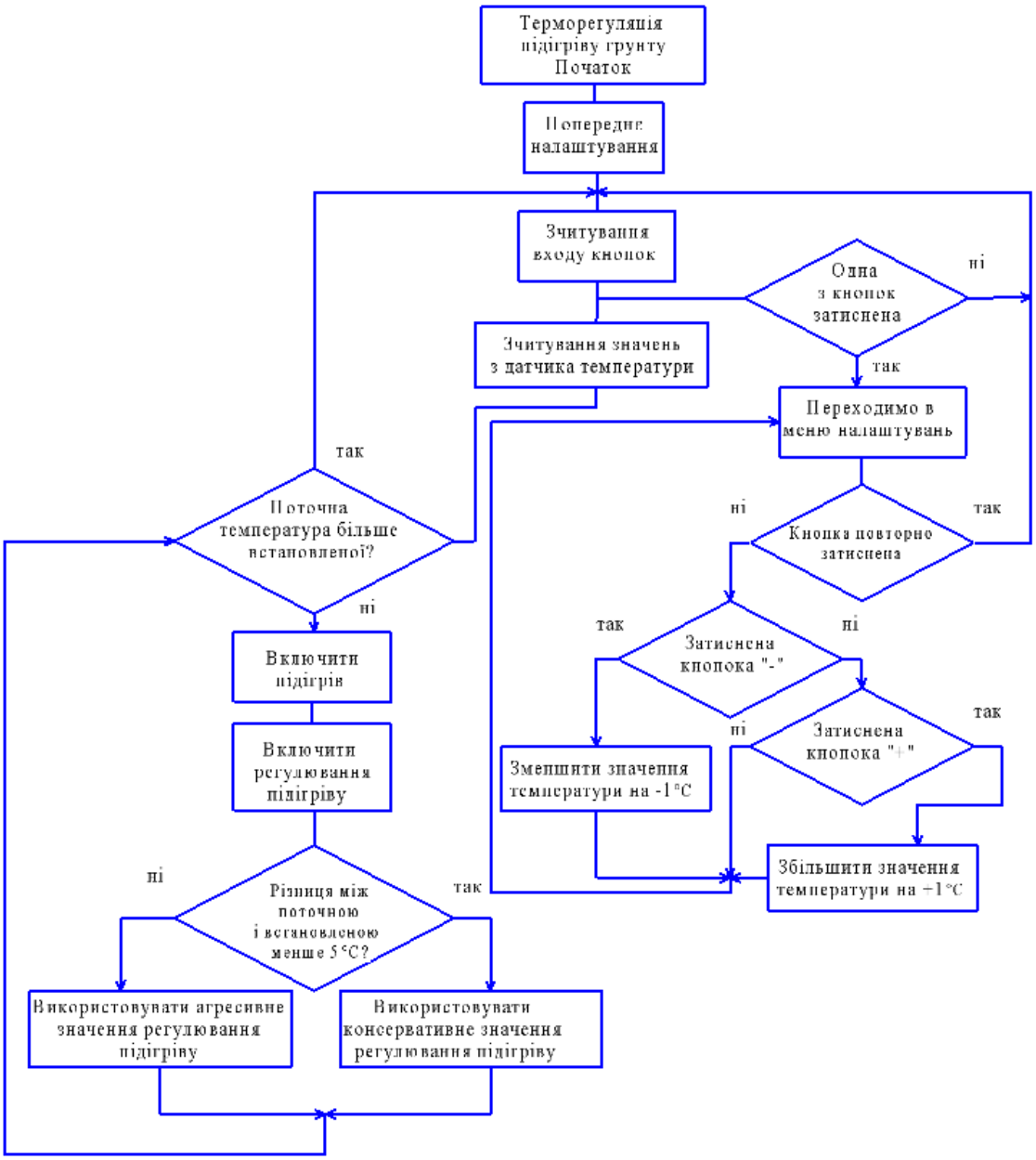


Рисунок 3.8 – Блок-схема алгоритму програми автоматичного обігріву ґрунту

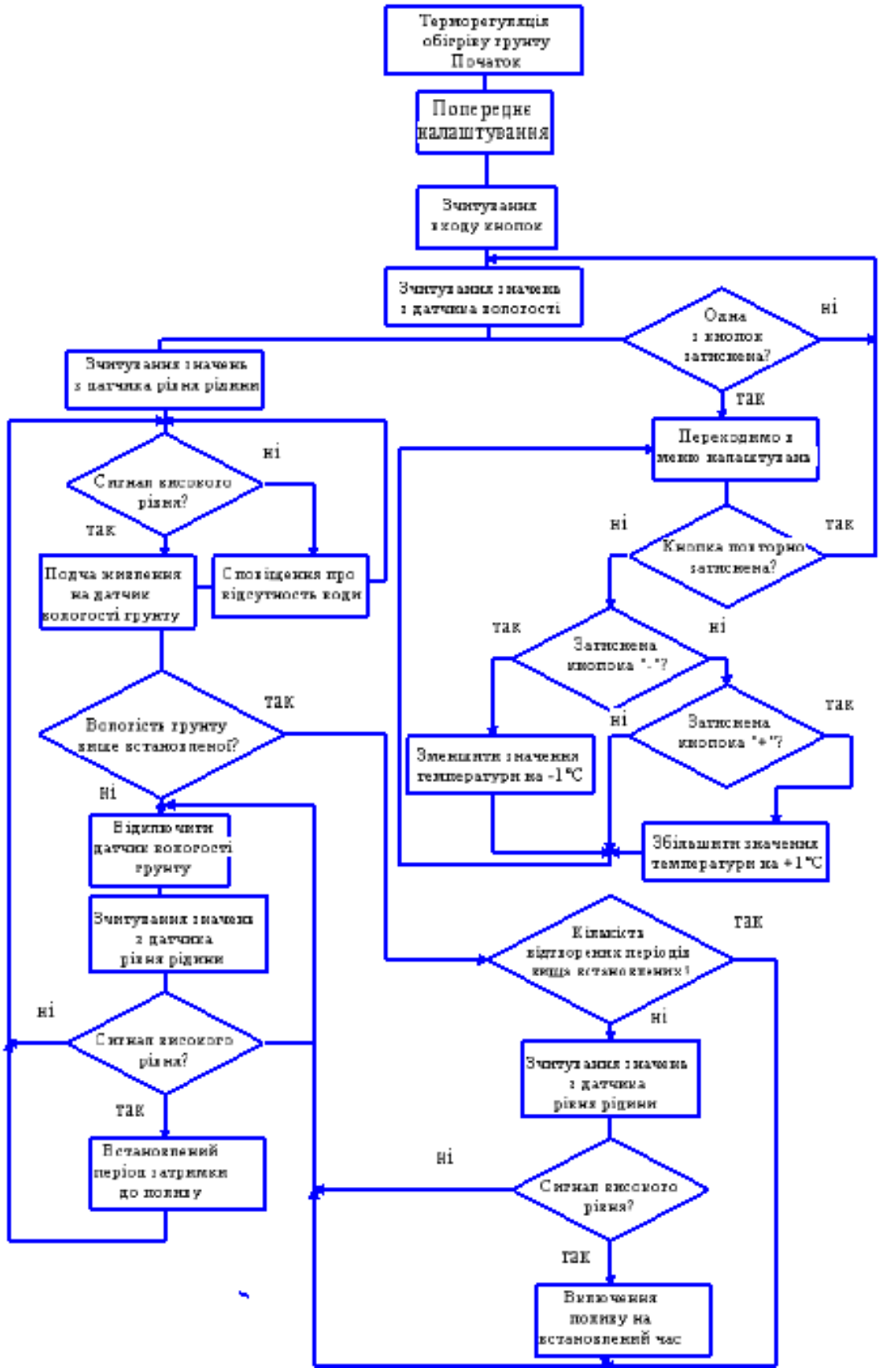


Рисунок 3.9 – Блок-схема алгоритму програми автоматичного поливу

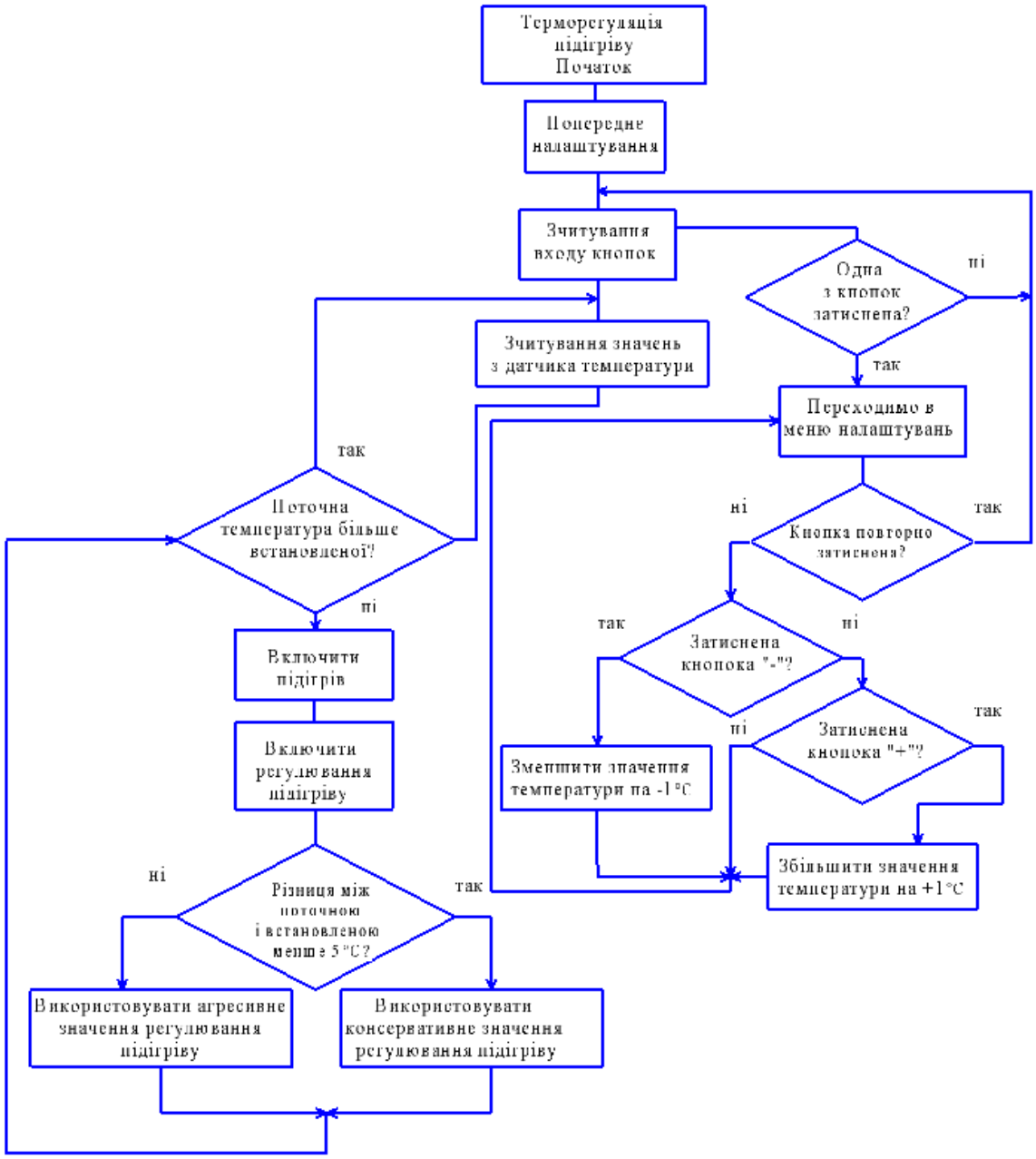


Рисунок 3.10 – Блок-схема алгоритму програми автопровітрювання

Під час розробки програмної частини застосовувалися всі можливі бібліотеки бази Arduino, які дозволяють скоротити обсяг часу і кількість рядків на написання коду. Далі опишемо всі бібліотеки, які застосовувалися в ході розробки:

- DHT – дана бібліотека призначена для управління датчиком температури і вологості DHT1;
- EEPROM – ця бібліотека дає можливість довготривалого зберігання даних від Arduino. Дана бібліотека дозволяє зберігати інформацію навіть після

відключення від мережі контролера. Вона буде застосовуватися в програмних кодах автоматичного обігріву ґрунту і автоматичного поливу, тим самим зберігаючи встановлену температуру нагрівання, а також час спрацьовування і тривалості роботи мікропомпи. Однак, дане сховище схильне до виходу з ладу при досягненні порогового значення можливої кількості записів;

- OneWire – дана бібліотека, розроблена компанією DallasSemiconductor для власних датчиків температури, в числі яких і DS18B20;
- PID_v1 – бібліотека, що дозволяє регулювати подачу керованого ШІМ сигналу обігріву ґрунту при досягненні певних коефіцієнтів;
- Servo.h – дана бібліотека призначена для настройки сервоприводів моделі SG90;
- WireiLiquidCrystal_I2C – ця бібліотека є керуючим інтерфейсом для дисплея WH-1602B3-NYG-CW з вбудованим I2C модулем.

Так як розроблена система автоматичного обігріву ґрунту є інерційною, то доводиться використовувати PID регулювання обігріву. Також це пов'язано з тим, що будуть відбуватися коливання значень температури, отже, раніше описані коефіцієнти необхідні, для регулювання коливального процесу температурних показників. Слід відзначити, що кожне додаткове коливання буде змінюватися в залежності від температури.

Регулювання обігріву включає в себе наступні коефіцієнтні складові:

- пропорційна (Kp);
- інтегральна (Ki);
- диференціальна (Kd).

У разі, коли показник заданої температури і поточної температури розходяться в малих межах, то для регулювання використовуються консервативні параметри, однак при великих розбіжностях даних параметрів застосовуються агресивні параметри для регулювання системи.

Внаслідок, були написані програмні коди для систем автоматичного обігріву ґрунту, автополиву і автопровітрювання розумної теплиці.

3.4 Система розумної теплиці

В системі розумної теплиці у відповідності зі складальним кресленням, яке представлене на рисунку 3.7 розміщені елементи.

Також слід зазначити, що відділення під розміщення LCD дисплея зручніше випилювати, так як оргскло є прозорим матеріалом, що дозволяє спостерігати через нього на дисплей. Дисплей розміщений на кришці тільки на латунні проставки.

Причинами рішень стали наступні фактори:

- внаслідок вибору розташування нагрівального елементу власного виробництва, на відміну від покупного варіанту, який був запропонований раніше;
- більш компактне розташування елементів, внаслідок чого трошки змінилися габарити;
- внаслідок наявності людського чинника, через якого відбувалися малі похибки.

Також після подальшого тестування систем, було виявлено, що в системі автоматичного обігріву ґрунту MOSFET – транзистор, який відповідав за пропускання струму на нагрівальний елемент, відбувалися сильні перегріви. Хоч і система продовжувала працювати, так як температурні показники лежали в межах доступних, томц вирішено замінити даний ключовий елемент. В ході виявлення причини перегріву, все почало вказувати на дві причини:

- погана ступінь відкривання транзистора, внаслідок поступання низької напруги на затвор;
- поганий контакт проводів в платі.

Щоб уникнути першої причини перегріву транзистора, він був замінений на мікросхему UNL2003. Дана мікросхема містить сім каналів, принципова схема кожного представлена на рисунку 3.11.

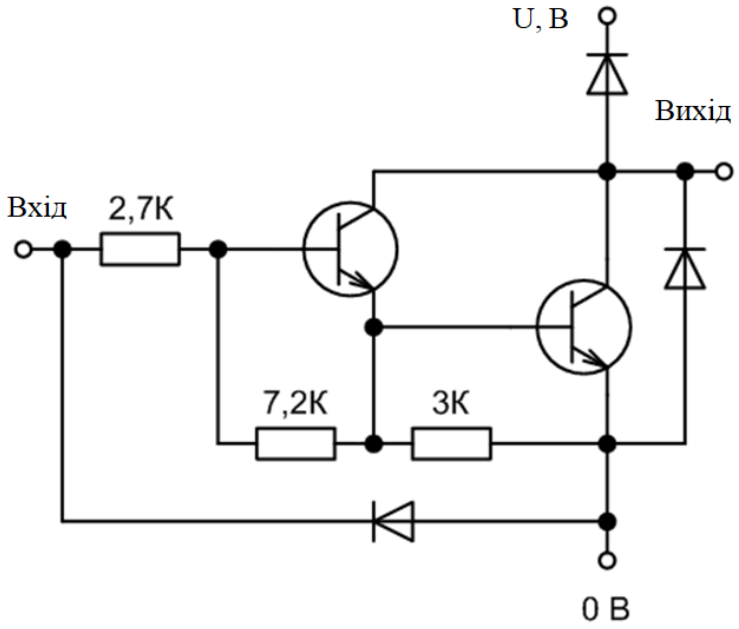


Рисунок 3.11 – Принципова схема каналу мікросхеми UNL2003

Для системи автопровітрювання було вирішено, не використовувати ключовий елемент, так як для спрацьовування сервоприводу не було потреби використовувати додаткові елементи.

Нагрівальний елемент вирішено спорудити власноручно, до чого призвело прагнення заощадити на даних витратах. Принципове зображення методу процарапування доріжок показано на рисунку 3.12.

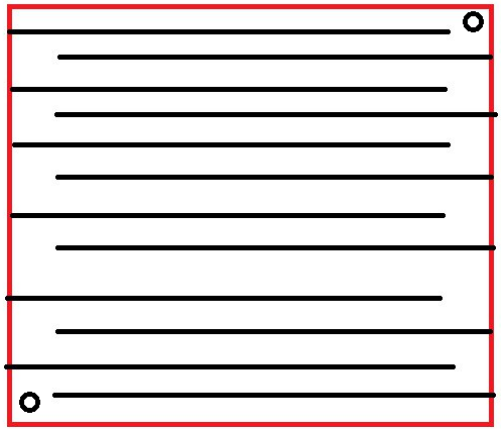


Рисунок 3.12 – Принцип процарапування доріжок нагрівального елементу

Товщина доріжок була обрана виходячи з нижче описаних розрахунків. Початковим процесом розробки нагрівального елементу було розрахунок відносного коефіцієнта (K). Щоб отримати необхідний коефіцієнт, було

проведено експеримент з пробним варіантом нагрівального елементу. Довжина доріжки, після її процарапуванії, склала довжину в 200мм, а ширину 4 мм. Внаслідок падіння напруги до 39мВ, величина струму, що проходить по доріжці склала 1,94А.

Виходячи з отриманих даних, було розраховано опір доріжки:

$$R=39мВ/1,94А=0,02\ Ом$$

Далі, слід визначити коефіцієнт відносності:

$$К=0,02Ом*4мм/200мм=4*10^{-4}\ Ом$$

Виходячи з обраних габаритів вирішено зробити нагрівальний елемент з розмірами ширини і довжини рівним 150мм. Далі, обчислимо довжину доріжки, розміщеної на текстоліті даного розміру. Також слід враховувати товщину самої доріжки в 1,5 мм, а товщина процарапуючої області 0,5мм. З цього випливає наступне:

$$L=150мм*150мм/(1,5мм+0,5мм)=11,25*10^{3}мм$$

Надалі, перерахував, по вище вказаними формулами, нові значення при товщині доріжки в 1мм, внаслідок чого вийшли наступні значення: $L=1,5*10^{4}мм$, $R=6Ом$. Внаслідок міркувань, було прийнято рішення використовувати на практиці варіант з доріжками шириною 1,5 мм, так як товщина в 1 мм є майже неможливою для реалізації.

Виходячи з отриманих вище значень, процарапали доріжки. На практиці були проведені заміри напруги, при протіканні по ній струму. В результаті вийшли значення напруги рівним 4,52В і струму рівному 1,3А. В наслідок отриманих даних, було розраховано значення опору нагрівального елементу:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4,52В}{1,3А} = 3,5\ Ом$$

Так як, внаслідок довготривалого використання леза почався процес втрати гостроти, що призводило до зменшення ширини доріжок, а також з огляду на наявність людського фактора, отримане значення опору на практиці виявилося трохи більше теоретично розрахованого.

Також були застосовані латунні проставки на гвинтах в 3 мм для розміщення таких елементів, як: датчик температури і вологості DHT11; мікроконтролер Arduino Uno; нагрівальний елемент. Датчик визначення температури ґрунту був розміщений на нагрівальному елементі. Також термодатчик нагріву ґрунту попередньо був змазаний термопастою, для отримання більш точних параметрів замірів температури. Датчик рівня води і помпа були розміщені в ємності з водою. Решта елементи були закріплені за допомогою термоклею. Були виконані отвори в стінках між секціями, для проведення через них проводки.

3.5 Перевірка і налагодження програмної частини пристрою

Для перевірки і налагодження програми необхідно було зробити такі дії, як:

- визначити необхідний кут сервоприводу для відкриття "кватирки" системи провітрювання;
- визначити можливі значення датчика вологості в системі автоматичного поливу для можливості демонстрації роботи системи.

Для початку визначимо одержувані значення датчика вологості. Програма для даного експерименту виглядає наступним чином:

```
int moisture = 0; // змінна для значень, отриманих з датчика вологості
unsigned long moisture_time = 0;
unsigned long time_abs = 0; // У даний двох рядках закладаємо значення змінних таймера і різниці часу зняття показів датчика вологості
void setup () {
pinMode (8, OUTPUT);
digitalWrite (8, LOW); // Подаємо живлення на датчик вологості з Arduino
}
void loop () {
```

time_abs = millis () - moisture_time; // Заміряємо кількість пройденого часу між знятими значеннями

time_abs = abs (time_abs);

if (time_abs> 4000) {// Вказуємо час між знятими показниками з датчика вологості ґрунту (Раз в 4 секунди)

get_moisture (); // Отримуємо отримані показники з датчика вологості

moisture_time = millis ();

}

}

void get_moisture () {

digitalWrite (8, HIGH); // Подаємо живлення на датчик вологості ґрунту

delay (3000);

moisture = analogRead (A0); // результуючі значення, отримані з датчика вологості на аналоговому вході digitalWrite (8, LOW); // відключаємо датчик вологості

}

Слід зазначити, що датчикам вологості ґрунту властиво виходити з ладу (окислюватися). Для запобігання даного моменту слід вказувати значення time_abs з великою кількістю часу. Але так як вологість ґрунту буде перебувати в підвішеному стані і не завжди використовуватись, то даний момент не буде братися до уваги і буде вказано значення не більше 3 секунд. Також, в ході даного експерименту, були заміряні можливі значення на аналоговому вході, які лежать в межах від 0 до 1023. Значення у вологому ґрунті становили близько 600, а при підвішеному стані близько 30, можливо це було пов'язано з вологістю повітря. Саме дані значення були включені в програмний код демонстрації автоматичного поливу.

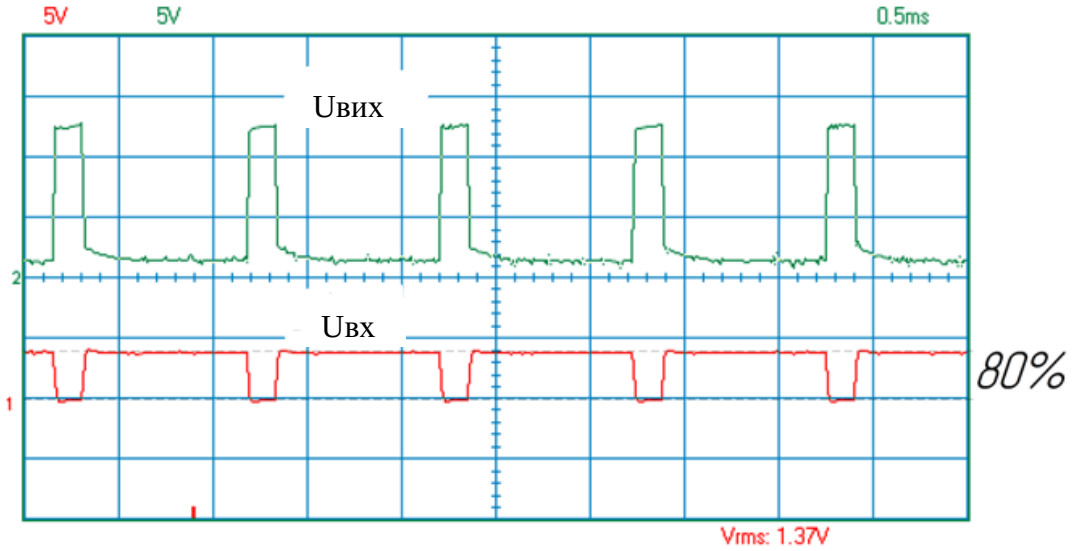
Далі розглянемо стандартну схему зборки і програмної частини сервоприводу, для отримання необхідного значення подачі сигналу у відповідність з необхідним кутом повороту сервоприводу. Програмна частина виглядає наступним чином:

```
#include <Servo.h> // використовуємо бібліотеку для управління сервоприводом
#define servoPin 9 // задамо пін для управління сервоприводом
#define servoMinImp 544 // Задамо, як раніше було описано, значення ШІМ сигналу для кута в 0 градусів
#define servoMaxImp 2400 // Задамо значення кута в 180 градусів, що є максимальним для даної серії сервоприводів
Servo myServo; void setup ()
{
myServo.attach (servoPin, servoMinImp, servoMaxImp); // Таким чином вказуємо: потрібний пін для управління кутом; мінімальне і максимальне значення кутів сервоприводу, за межами яких не буде сприйматися
// Далі визначаємо експериментальним шляхом необхідні нам значення
}
void loop ()
{
myServo.writeMicroseconds (servoMinImp); // сервопривід встановлює в нульове положення
delay (2000);
myServo.writeMicroseconds (x); // В цій частині замість X підставляємо можливі значення необхідні для підбору кута відкриття "кватирки" системи автоматичного провітрювання
delay (2000);
}
```

В ході експериментальної частини було підібрано необхідне X значення кута відкриття.

Також слід розглянути детально вже описану систему регулювання для обігріву ґрунту. Розглянемо за допомогою знятих раніше осциллограм напруги, які представлені на рисунку 3.13. На вхід приходить ШІМ сигнал, який регулює тривалість відкриття одного з каналів UNL2003.

На осцилограмах видно, що в залежності від процентного значення ШІМ сигналу на вхід визначається час відкритого стану каналу UNL2003.



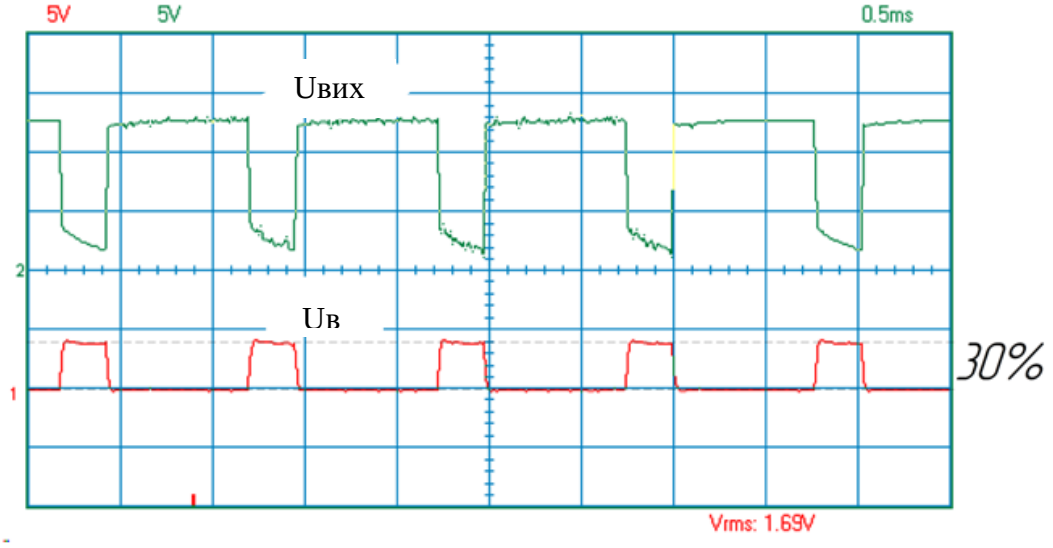


Рисунок 3.13 – Осцилограми регулювання системи обігріву ґрунту

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Стійкість роботи об’єкту енергетики і фактори, що на них впливають

Значні руйнування, пожежі та втрати серед населення, викликані наслідками НС, можуть стати причиною різкого скорочення випуску промислової та сільськогосподарської продукції, а отже і зниження економічного потенціалу держави.

Виникає потреба завчасного вживання заходів щодо забезпечення стійкої роботи промислових об’єктів на випадок виникнення НС. Знання можливих НС, характерних для даної місцевості та виробництва, дозволяє диференційовано і цілеспрямовано розробляти та здійснювати заходи, які можуть запобігти аваріям, катастрофам та стихійним лихам або пом’якшити їх наслідки.

Стійкість роботи об’єкта господарської діяльності – це здатність його в умовах НС випускати продукцію у запланованому обсязі та визначеної номенклатури, а у разі слабких та середніх руйнувань або порушення матеріального постачання - відновлювати виробництво власними силами у короткий термін.

На стійкість роботи об’єкта впливають такі фактори:

– захищеність робітників та службовців від уражальних факторів у НС; – здатність інженерно-технічного комплексу об’єкта (будівель, споруд, обладнання та комунально-енергетичних мереж) протистояти руйнівній дії уражальних факторів аварій, катастроф, стихійного лиха та сучасної зброї;

– надійність постачання об’єкта електроенергією, водою, паливом, комплектуючими та сировиною;

– підготовленість об’єкта до проведення аварійно-рятувальних та відновлюваних робіт;

– оперативність управління виробництвом та здійсненням заходів ЦЗ у НС.

Підвищення стійкості об’єкта досягають проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних, організаційних заходів.

До інженерно-технічних заходів належать роботи, що забезпечують стійкість виробничих будівель і споруд, обладнання та комунально-енергетичних систем.

Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості об’єкта спрощенням технологічного процесу виробництва кінцевої продукції та виключенням або обмеженням розвитку аварій.

Організаційні заходи передбачають розробку ефективних дій керівного складу, служб та формувань ЦЗ, спрямованих на захист виробничого персоналу, проведення рятувальних та інших невідкладних робіт, а також відновлення виробництва.

4.2 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування

Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світлу відводиться одне із чільних місць. Адже відомо, що майже 90% всієї інформації про довкілля людина отримує через органи зору. Вплив світла на життєдіяльність людини вивчений досить добре. Воно впливає не лише на функцію зору, а й на діяльність організму в цілому: посилюється обмін речовин, збільшується поглинання кисню і виділення вуглекислого газу. Відомий сприятливий вплив природного освітлення на скелетну мускулатуру.

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски — тимчасове засліплення.

Освітлення виробничих приміщень характеризується кількісними та якісними показниками. До основних кількісних показників відносяться: світловий потік, сила світла, яскравість і освітленість. До основних якісних показників зорових умов роботи можна віднести: фон, контраст між об'єктом і фоном, видимість.

Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків-і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно бути засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частої переадаптації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній, для розрізнення деталей, контраст поверхонь, що освітлюються;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність світильників);
- повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним. Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути природним, штучним і суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

4.3 Вплив кольору на покращення умов праці та підвищення продуктивності виробництва

Освітлення - використання світлової енергії Сонця і штучних джерел світла для забезпечення зорового сприйняття навколишнього світу.

Світло є природною умовою життєдіяльності людини, необхідною для збереження здоров'я і високої продуктивності праці, основаної на роботі зорового аналізатора - найтоншого й універсального органа чуття.

Забезпечуючи безпосередній зв'язок організму з навколишнім світом, світло є сигнальним подразником для органа зору й організму в цілому: достатнє освітлення діє тонізуюче, поліпшує протікання основних процесів вищої нервової діяльності, стимулює обмінні й імунобіологічні процеси, впливає на формування добового ритму фізіологічних функцій організму людини.

Фізіологічний вплив кольору становить перший, або низький, рівень впливу кольору, тоді як психічний вплив - другий,високий рівень його впливу.

Саме на ці характерні асоціації і уявлення рекомендується орієнтуватися в практичній роботі при колірному оформленні.

Дослідники кольору і кольоропсихології Г. Фрилинг і К. Ауертак класифікують кольору з їхньої психологічному впливу на людину:

- стимулюючі (теплі), що сприяють збудженню й діючі як подразники: червоний, кармін, жовтогарячий, жовтий;
- дезінтегруючі (холодні), приглушуючі роздратування: фіолетовий, синій, світло-синій, синьо-зелений;
- пастельні, приглушуючі чисті кольори: рожевий, ліловий,пастельно-зелений, сірувато-блакитний;
- статичні, здатні врівноважити, заспокоїти, відволікти від інших збудливих кольорів: чисто зелений, оливковий, жовто-зелений, пурпурний;
- кольору глухих тонів, які не викликають роздратування (сірі); гасять його (білий); допомагають зосереджуватися (чорний); до них відносяться дві групи

змішаних кольорів: теплі кольори (коричневі), що стабілізують роздратування, діючі мляво, інертно (охра, коричневий, землистий, темно-коричневий); холодні темні кольори, ізолюючі і придушують роздратування (темно-сірий, чорно-синій, темні-зелено-сині).

Зазначені поєднання двох або трьох квітів набувають різні тонові залежності і їх сумарне психологічне вплив па людини викликає інші асоціації та відчуття.

При сприйнятті у людини виникають асоціації розподілу кольору в природі: світло-блакитні кольори викликають у людей асоціації з небом або рухом вгору, тоді як теплі відтінки, а також зелені і червоно-оранжеві кольори асоціюються із землею або рухом вниз. В даний час є досить науково-дослідних експериментальних даних про особливості психологічного впливу на людину.

Нові наукові дослідження з псіхосоціологіі кольору показують, що перевагою квітів, крім іншого, може залежати від кольору та колірних поєднань; спостерігається відома різниця в перевагою квітів у чоловіків і жінок; досліджені дані по "загальнолюдським" колірним перевагам: насичені кольори подобаються більше приглушених, а пастельні кольори більше насичених.

Правильне застосування кольору в проектуванні промислового інтер'єру або вироби немислимо без врахування всіх цих факторів.

При створенні психофізіологічного комфорту на робочому місці дизайнера цікавить насамперед результат впливу кольору, тобто емоції,які виникають у людини, повинні бути позитивними.

Кольорове оформлення виробничого приміщення. У виробничому середовищі колір використовується як засіб інформації та орієнтації, як фактор психологічного комфорту і як композиційний засіб. Колір впливає на працездатність людини,на стомлення, орієнтування, реакцію. Холодні кольори (блакитний, зелений, жовтий) діють заспокійливо на людину, теплі кольори (червоний, оранжевий) діють збудливо.

Темні кольори надають гальмівну дію на психіку. При виборі кольору, колірному оформленні виробничих приміщень треба керуватися вказівками з

раціональної колірної обробки поверхонь виробничих приміщень і технологічного обладнання. Кольорове рішення характеризується колірною гамою, колірним контрастом, кількістю кольору і коефіцієнтами відображення.

Колірна гамма - це сукупність кольорів, прийнята для колірного рішення інтер'єру. Вона може бути теплою, холодною і нейтральною.

Колірний контраст - це міра відмінності квітів по їх яскравості і колірному тону. Він може бути великим, середнім і малим. Кількість кольору – це ступінь колірного відчуття, що залежить від колірного тону, насиченості кольору об'єкта і фону, від співвідношення їх яскравості і кутових розмірів. При виборі колірного рішення інтер'єрів потрібно враховувати категорію роботи, її точність,санітарно-гігієнічні умови.

Значна роль в інтер'єрі належить вибору коефіцієнтів відбиття поверхонь. Стелі приміщень фарбуються в білий колір або близькі до білого кольору. Нижня частина стін забарвлюється в спокійні тони (світло-зелений, світло-синій).

Згідно ГОСТ ССБТ 12.4 026-76 "Кольори сигнальні", червоний колір використовується для попередження про явну небезпеку, заборону, жовтий попереджає про небезпеку, звертає увагу, зелений колір означає припис, безпека, синій інформацію. Жовтий колір закликає до підвищеної уваги, в нього фарбують сигнальні лампи, попереджувальні знаки.

Червоний колір сигналізує про небезпеку і можливої аварії. Цим кольором фарбують відкриті частини електрообладнання, внутрішні поверхні огорож, граничні позначки на шкалах приладів, заборонні знаки (забороняють палити, торкатися до небезпечних поверхням, що забороняють дорожні знаки). Протипожежне обладнання так само пофарбовано в червоний колір.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В процесі роботи були проведені дослідження окремо існуючих системи розумної теплиці, при розгляді яких були виявлені їх переваги та недоліки. Розглянувши всі можливе варіанти систем розумної теплиці, визначили кращі шляхи розвитку.

Виходячи з отриманих даних, була обґрунтована актуальність обраної теми проекту.

В кваліфікаційній роботі вирішені такі завдання:

– проаналізовано існуючі рішення;

– розроблено електричну принципову схему, елементи якої були підібрані відповідно до необхідних параметрів, які також були вказані в переліку елементів;

– розроблено складальне креслення, яке можна використовувати для подальшого розміщення елементів принципової схеми проекту;

– розроблено алгоритми програмних частин окремо для кожної з підсистем.

Отже, актуальність кваліфікаційної роботи полягає в тому, що матеріали проведених досліджень та запропоновані методи облаштування та одночасного поєднання систем розумної теплиці є економічно вигідними.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / Р. Болл Стюарт - М.: Издательский дом «Додэка - XXI», 2007.- 360с.
2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин - М.: Техносфера, 2006.- 632с.
3. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В.А. Петин - СПб.: БХВ-Петербург, 2014.- 400с.
4. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino / У. Соммер - СПб.: БХВ-Петербург, 2012- 256с.
5. Богатырев В.В., Волохов Д.Г., Милослов А.В., Прядилов А.В. Отопительная система умного дома на базе Arduino. // Прикладная математикаи информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы III научно-практической всероссийской конференции (школы-семинара) молодых ученых: 23-25 апреля 2018 г. – Тольятти. Сборник трудов. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2018.
6. Волохов Д.Г., Прядилов А.В. Многофункциональная система управления на базе Arduino. // IV научно-практической международной конференции (школы-семинара) молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук»: 26-28 марта 2018 года - Тольятти. Сборник трудов. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2018.
7. Автоматическая теплица [электронный ресурс] URL: http://umnayateplica.ru/
8. Тепличная энциклопедия от А до Я [электронный ресурс] URL:http://teplicno.ru/obustr/umnaya-teplica.html

9. Умная теплица: в чем ее особенности? [электронный ресурс] URL: https://parnik-teplitsa.ru/umnaya-teplica-180

10. Умная теплица по Курдюмову или Нефантастическая история [электронный ресурс] URL: http://teplicnik.ru/obustrojstvo/umnaya-teplica-po- kurdyumovu.html

11. Умная теплица: особенности и преимущества конструкции [электронный ресурс] URL https://teplichniku.ru/raznovidnosti/chto-takoe-umnaia- teplitca/

12. Товары для дома и сада [электронный ресурс] URL: https://8sezon.ru/category/umnaya-teplitsa/

13. Петербургский клуб природного земледелия [электронный ресурс] URL: http://spbklubpz.ru/prirodnoe-zemledelie/o-tovarax-kluba/2461.html

14. Терморегуляторы компании Теплолюкс [Электронный ресурс]:статья. – режим доступа: https://www.teploluxe.ru/bytovye_resheniya/termoregulyatory/

15. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника: 12-е изд. В 2-хт. / У. Титце, К. Шенк. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 832 с.: ил. – 2 т

16. Хоровиц, П. Искусство схемотехники: Пер. с англ. – Изд. 2-е.
/ П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Издательство БИНОМ, 2014. – 704 с., ил.

17. Калашников, С.Г. Электричество: Учебн. пособие. – 6-е изд., стереот. / С.Г. Калашников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 624 с.

18. Позднов, М.В. Системы управления электронными преобразователями: лабораторный практикум по дисциплине «Системы управления электронными преобразователями» / М.В. Позднов - Тольятти: ТГУ, 2016. - 68 с.

19. Черных, И.В. «Simulink: Инструмент моделирования динамических систем». / И.В. Черных. – Питер: ДМК Пресс,2008. – 400с.

20. Карташев, И.И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы контроля и обеспечения. / И.И. Карташев. – М.:

МЭИ., 2001. – 120 с.

21. Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов / Ю.С. Железко. – М.: ЭНАС,2009. – 456 с.

22. Отт, Г.В. Методы подавления шумов и помех в электронных системах. – М.: Изд-во Мир, 1979. – 318 с.

23. Effendi M.S.M., Shayfull Z., Saad M.S., Nasir S.M. A New Invention of Alarm Reminder. //International Journal of Engineering and Technology, 2016. URL: http://www.enggjournals.com/ijet/docs/IJET16-08-01-038.pdf.

24. Thieblemont H., Haghighat F.Thermal Energy Storage for Building Load Management: Application to Electrically Heated Floor. // Applied Sciences, 2016. URL: https://doaj.org/article/0bd71fceed3c4e089eaf7c99a7306144.

25. Zubov D.An Energy-Saving Concept of the Smart Building Power Grid with Separated Lines for Standby Devices. // Brain: Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 2016. URL: https://doaj.org/article/ac6aa6c68a1841e 7bc398e49345d0dbf.