

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

(повна назва кафедри)

Боднар Владислав Юрійович
Bodnar Vladyslav

УДК 004:3

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр та назва спеціальності)

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня _____ магістр

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Розробка автономного зволожувача повітря на базі
платформи Arduino
Development of an autonomous air humidifier on the Arduino
platform

Науковий керівник:

д. ф.-м. н., проф. В.І. Мандзюк

Рецензент:

проф., д. ф.-м. н. Б.І. Рачій

Івано-Франківськ

2024

Формат	Поз.	Позначення	Найменування	К-ть	Прим.
A4			Пояснювальна записка	49	
A4			Додаток	6	

					123.КІ(м)-21			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Боднар В.Ю.			Специфікація	Лім.	Арк.	Аркуші
Перевірив		Мандзюк В.І.					2	1
Н. Контр.								
Затвердив								

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена розробці автономного зволожувача повітря на базі Arduino, який може самостійно підтримувати комфортний рівень вологості в приміщенні. Проект створено для забезпечення оптимальних умов без потреби в частому втручанні людини, що робить його зручним і надійним інструментом для автоматичного регулювання вологості.

Основним предметом дослідження є структура та функціонування Arduino-зволожувача, а також оцінка його ефективності та придатності до практичного використання.

Методи дослідження включають експериментальний підхід, що базується на теоретичних основах і практичних випробуваннях. Наукова новизна полягає у:

- Розробці доступного, легко адаптованого зволожувача повітря з використанням платформи Arduino.

- Аналізі його продуктивності, надійності та доцільності з економічної точки зору.

Практичне значення роботи полягає у дослідженні рішень на основі Arduino для автоматизації процесу зволоження, що сприяє кращому контролю мікроклімату, економії ресурсів та оптимізації часу.

Структура роботи. Дипломна робота складається з вступу, п'яти розділів та висновків.

Перший розділ висвітлює поняття автономних зволожувачів та аргументує необхідність автоматизації цього процесу.

У другому розділі розглядаються технічні аспекти роботи зволожувача, включаючи опис апаратних компонентів та основні вимоги до їх функціонування.

					123.КІ(м)-21			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Боднар В.Ю.			Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірив		Мандзюк В.І.					4	1
Н. Контр.								
Затвердив								

Третій розділ присвячений процесу проектування та впровадження зволожувача: описується конструкція пристрою, спосіб інтеграції компонентів та результати тестування.

Четвертий розділ розглядає економічні аспекти ефективності роботи пристрою.

П'ятий розділ фокусується на техніці безпеки під час проектування та виготовлення зволожувача.

					123.КІ(м)-21			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Боднар В.Ю.			Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірив		Мандзюк В.І.					4	1
Н. Контр.								
Затвердив								

ABSTRACT

This work is focused on developing an autonomous air humidifier based on the Arduino platform, designed to maintain optimal indoor humidity levels independently. The project aims to provide a reliable, user-friendly system for automatic humidity control, minimizing the need for human intervention.

The study focuses on the structure and functionality of the Arduino-based humidifier, evaluating its efficiency and practical applicability.

Research methods involve an experimental approach, combining theoretical foundations with practical testing. The scientific innovation includes:

- Developing a cost-effective, adaptable Arduino-based air humidifier.
- Assessing its performance, reliability, and economic efficiency.

Practical significance of the study lies in exploring Arduino solutions for automated humidification, contributing to improved indoor climate control, resource management, and time efficiency.

Structure. The thesis includes an introduction, five chapters, and conclusions.

The first chapter highlights the concept of autonomous humidifiers and the advantages of automation.

The second chapter covers the technical aspects of the humidifier, including hardware component descriptions and functional requirements.

The third chapter focuses on the design and implementation process, detailing the device structure, component integration, and test results.

The fourth chapter examines the economic efficiency of the device.

The fifth chapter discusses safety measures during the design and assembly stages.

					123.KI(м)-21			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Боднар В.Ю.			Abstract	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірив		Мандзюк В.І.					5	1
Н. Контр.								
Затвердив								

Міністерство освіти і науки України
 Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
 Фізико-технічний факультет
 Кафедра «Комп'ютерної інженерії та електроніки»

Пояснювальна записка
 до кваліфікаційної роботи на тему:
 «Розробка автономного зволожувача повітря на базі платформи Arduino»

					123.КІ(м)-21			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Боднар В.Ю.			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірив		Мандзюк В.І					6	1
Н. Контр.								
Затвердив								

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

МК – мікроконтролер

АЗ – автономний зволожувач

БЖ – блок живлення

ПЗ – програмне забезпечення

ДВ – датчик вологості

ДРВ – датчик рівня води

					123.КІ(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ЗМІСТ

ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ РИНКУ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ЗВОЛОЖЕННЯ ПОВІТРЯ	12
1.1. Огляд існуючих автономних систем зволоження повітря	12
1.2. Тенденції розвитку ринку автономних систем зволоження	13
1.2.1. Зростання попиту на автоматичні зволожувачі	13
1.2.2. Інновації у функціональності зволожувачів	14
1.2.3. Розширення можливостей персоналізації	14
1.3. Потенційні користувачі та їх потреби	14
1.3.1. Домогосподарства	14
1.3.2. Лікарні та оздоровчі установи	15
1.3.3. Заклади з утримання рослин і тварин	15
РОЗДІЛ 2. ВИБІР НАПРЯМУ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИСТРОЮ	16
2.1. Визначення функціональних вимог до зволожувача	16
2.2. Аналіз доступних технологій і платформ	17
2.3. Вибір Arduino як основної платформи	18
2.4. Вибір компонентів та сенсорів для системи зволоження	19
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ	21
3.1. Архітектура та проєктування зволожувача	21
3.2. Розробка та програмування мікроконтролера Arduino	21
3.3. Проєктування додаткових компонентів	21
3.3.1. Датчик рівня води	21
3.3.2. Реле для випаровувача	23
3.3.3. RGB світлодіод	25
3.3.4. Контроллер випаровувача.....	27
3.3.5. Випаровувач.....	29
3.3.6. Мембранна клавіатура.....	30
3.3.7. Датчик рівня вологості.....	32
3.3.8. Зсувний регістр 74hc595n.....	34

3.3.9. 4 цифровий 7 сегментовний дисплей.....	36
3.4. Проектування корпусу	38
3.5. Тестування та налагодження пристрою	41
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБУ	45
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА	46
5.1. Охорона праці під час розробки зволожувача	46
5.2. Охорона праці під час експлуатації зволожувача	46
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	49

					123.КІ(м)-21	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Автономні зволожувачі повітря (АЗ) на базі платформи Arduino представляють собою перспективні рішення для автоматизації контролю вологості у приміщеннях. У сучасному світі, де автоматизація побутових процесів набуває дедалі більшого значення, зростає попит на системи, що забезпечують оптимальні умови мікроклімату з мінімальним втручанням користувача. Автономний зволожувач повітря, створений на базі Arduino, є інноваційним пристроєм, який може автоматично підтримувати потрібний рівень вологості, адаптуючись до потреб користувача та умов навколишнього середовища.

Ця робота присвячена детальному опису концепції, розробці та реалізації автономного зволожувача повітря, що функціонує на платформі Arduino. Основна мета проєкту полягає у створенні інтелектуальної системи, яка може автоматично регулювати рівень вологості у приміщенні за допомогою сенсорів і випаровувача, надаючи можливість ефективного контролю параметрів повітря без постійного моніторингу з боку користувача.

На початку буде здійснено загальний огляд існуючих рішень для автономного зволоження повітря, а також розглянуто їхні недоліки, що мотивують до створення більш ефективних та зручних у користуванні пристроїв. Дослідження платформи Arduino як основного компонента проєкту АЗ дозволить підкреслити її переваги, зокрема гнучкість, доступність і розширені можливості для реалізації автономних рішень.

Далі буде обговорено компоненти, необхідні для створення автономного зволожувача, зокрема мікроконтролер (МК) Arduino, блок живлення (БЖ), сенсор вологості та рівня води, а також реле, яке контролює роботу випаровувача. Описані принципи роботи кожного з компонентів, їхню взаємодію, а також архітектуру системи загалом.

Окрему увагу приділено розробці програмного забезпечення (ПЗ) для АЗ, включаючи вибір мови програмування та розробку алгоритмів для автоматизації роботи зволожувача. На завершення буде представлено результати тестування

					123.КІ(М)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

системи, що дозволить об'єктивно оцінити її ефективність, надійність та практичність у реальних умовах.

Ця робота поєднує інноваційні підходи у створенні зручної автономної системи контролю вологості, яка забезпечить оптимальні умови у приміщенні без потреби у постійному нагляді користувача, тим самим підвищуючи комфорт і якість життя.

					123.КІ(м)-21	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ РИНКУ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ЗВОЛОЖЕННЯ ПОВІТРЯ

1.1. Огляд існуючих автономних систем зволоження повітря

Автономні системи зволоження повітря є важливими пристроями для підтримання оптимального рівня вологості в приміщеннях, що має значення для здоров'я людини, комфортних умов для роботи та проживання, а також для утримання певних екологічних умов в теплицях, лабораторіях та інших спеціалізованих закладах. Існуючі на ринку системи зволоження повітря діляться на кілька основних типів, зокрема:

1. Ультразвукові зволожувачі: це один з найпоширеніших типів зволожувачів, який використовує ультразвукові хвилі для перетворення води в мікроскопічні краплі, що потім виходять у повітря у вигляді пари. Ці пристрої є досить енергоефективними і здатні швидко зволожити повітря в приміщенні. Вони також можуть бути оснащені додатковими функціями, такими як контроль вологості, підсвічування, очищення повітря та інші.

2. Теплові зволожувачі: цей тип використовує нагрів води до точки кипіння, після чого пара вивільняється у навколишнє середовище. Теплові зволожувачі підходять для використання в холодних приміщеннях, оскільки вони одночасно зволожують і підігрівають повітря. Однак вони потребують більше енергії порівняно з ультразвуковими.

3. Електродні зволожувачі: використовують електричні резистори для нагрівання води та створення пари. Ці пристрої мають просту конструкцію і часто використовуються для малих об'ємів повітря, таких як кімнати чи кабінети.

4. Традиційні механічні зволожувачі: цей тип пристроїв включає в себе системи, що використовують природне випаровування води через вологі фільтри або губки. Вони не потребують великих енергетичних витрат і є більш екологічно чистими, проте їх ефективність у великих приміщеннях обмежена.

					123.КІ(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

5. Розумні зволожувачі: сучасні системи зволоження все більше оснащуються розумними функціями, такими як підключення до Wi-Fi, можливість керування через мобільні додатки, а також інтеграція з іншими розумними пристроями для контролю клімату в домі або офісі.

Кожен з цих типів систем має свої переваги та недоліки, залежно від умов експлуатації та вимог користувачів.



Рис. 1.1. Автономні зволожувачі повітря

1.2. Тенденції розвитку ринку автономних систем зволоження

Ринок автономних систем зволоження активно розвивається, і на ньому з'являються нові технології та інновації, що дозволяють поліпшити функціональність пристроїв. Серед основних тенденцій можна виділити:

1.2.1. Зростання попиту на автоматичні зволожувачі

					123.КІ(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

З кожним роком зростає популярність автоматичних зволожувачів, які здатні підтримувати рівень вологості в приміщенні на заданому рівні без необхідності втручання з боку користувача. Це стає можливим завдяки вбудованим сенсорам, які вимірюють рівень вологості та активують або вимикають систему зволоження в залежності від поточних показників. Попит на такі системи зростає, оскільки автоматизація дозволяє економити час і зусилля, знижуючи витрати на енергію.

1.2.2. Інновації у функціональності зволожувачів

Інновації в області зволоження повітря зосереджуються на створенні багатофункціональних пристроїв, які здатні не лише зволожувати повітря, але й виконувати додаткові функції. Наприклад, сьогодні на ринку можна знайти зволожувачі, які одночасно очищають повітря від пилу, бактерій і вірусів, а також зменшують рівень статички. Зволожувачі з фільтрацією повітря та інтеграцією з іншими системами розумного дому стають все більш популярними.

1.2.3. Розширення можливостей персоналізації

Сучасні споживачі більше зацікавлені у пристроях, які можна налаштувати відповідно до їх індивідуальних потреб. Це включає можливість вибору рівня вологості, температури, а також кольору підсвічування та інших параметрів. Персоналізація стає важливою складовою частиною розвитку ринку зволожувачів, і виробники приділяють увагу цьому аспекту для задоволення вимог користувачів.

1.3. Потенційні користувачі та їх потреби

Основними споживачами автономних систем зволоження повітря є:

1.3.1. Домогосподарства

Вони становлять основну частину ринку, оскільки потреба у підтримці оптимального рівня вологості в житлових приміщеннях є важливою для забезпечення комфортних умов проживання. Зволоження повітря допомагає запобігти висиханню шкіри, слизових оболонок, а також зменшує ймовірність

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

захворювань, пов'язаних з сухістю повітря. Крім того, зволожувачі можуть використовуватись для покращення стану домашніх рослин.

1.3.2. Лікарні та оздоровчі установи

У лікарнях та інших медичних закладах важливо підтримувати певний рівень вологості для збереження здоров'я пацієнтів і медичного персоналу. Для лікування хвороб дихальних шляхів, таких як бронхіти, астма або хронічний бронхіт, зволожене повітря може значно полегшити симптоми. Відповідно, такі заклади часто використовують автономні зволожувачі з відповідними налаштуваннями для забезпечення стерильності і оптимальних умов.

1.3.3. Заклади з утримання рослин і тварин

Теплиці, акваріуми, зоопарки, а також ферми з утримання тварин часто мають специфічні вимоги до рівня вологості, що необхідно для нормального росту рослин або утримання тварин. Наприклад, деякі рослини, такі як орхідеї або папороті, потребують високого рівня вологості для нормального росту. Тому автономні системи зволоження часто використовуються в таких закладах для забезпечення необхідних умов.

					123.КІ(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

РОЗДІЛ 2

ВИБІР НАПРЯМУ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИСТРОЮ

2.1. Визначення функціональних вимог до зволожувача

Перед початком розробки автономного зволожувача повітря необхідно чітко визначити його функціональні вимоги, щоб створений пристрій відповідав потребам користувачів та мав високі показники ефективності. Зволожувач повітря повинен виконувати такі основні функції:

1. Забезпечення належного рівня вологості: основна функція пристрою — підтримка оптимального рівня вологості в приміщенні. Це необхідно для комфортних умов проживання, роботи та підтримки здоров'я, особливо в зимовий період, коли опалення в приміщеннях знижує вологість повітря.

2. Автоматичне регулювання: для зручності користувачів зволожувач повинен автоматично вимірювати рівень вологості в приміщенні і включати або вимикати систему в залежності від показників датчика. Таким чином, пристрій працюватиме без постійного втручання людини.

3. Енергозбереження: важливим аспектом є економічність пристрою. Зволожувач повинен мати низьке споживання енергії, щоб його експлуатація не призводила до значних витрат на електроенергію. Це також важливо для використання пристрою в режимі 24/7.

4. Зручність керування: зволожувач повинен бути простим у використанні та налаштуванні. Для цього можуть бути використані кнопки, сенсорні екрани або навіть мобільні додатки для керування пристроєм через Wi-Fi.

5. Безпека експлуатації: пристрій повинен бути оснащений механізмами захисту, такими як автоматичне вимикання при низькому рівні води або перевищенні температури. Це дозволить уникнути потенційних небезпек, пов'язаних з перегрівом або відсутністю води в контейнері.

6. Мобільність і компактність: для зручності транспортування та розміщення в приміщеннях зволожувач повітря має бути компактним і легким у переміщенні. Це дозволяє користувачеві легко переносити пристрій з однієї кімнати в іншу.

					123.КІ(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

7. Шумопоглинання: для зручності користувачів важливо, щоб зволожувач працював максимально тихо. Високий рівень шуму може заважати в робочих або спальних зонах.

2.2. Аналіз доступних технологій і платформ

На ринку доступні різні технології та платформи для реалізації зволожувачів повітря. Кожна з них має свої переваги та недоліки, тому вибір технології безпосередньо залежить від функціональних вимог до пристрою та його складності. Основні технології включають:

1. Механічні зволожувачі: вони часто використовують природне випаровування води через фільтри або губки. Ці пристрої є простими в експлуатації, але не здатні до точного контролю вологості. Вони підходять для малих приміщень, де немає потреби в автоматичному регулюванні.

2. Електронні зволожувачі: використовують більш складні системи з вбудованими датчиками вологості і температури, що дозволяє автоматично керувати рівнем зволоження. Вони можуть мати додаткові функції, такі як очищення повітря або управління через мобільний додаток.

3. Мікроконтролери та платформи для розробки пристроїв: такі платформи, як Arduino, Raspberry Pi, ESP32 та інші, дозволяють створювати інтелектуальні пристрої, здатні адаптуватися до змінних умов і забезпечити автоматичне регулювання. Вони також підтримують інтеграцію з іншими системами, такими як розумний будинок.

4. Сенсори та датчики: для точного вимірювання рівня вологості в приміщенні використовуються різноманітні сенсори, серед яких найбільш популярними є датчики вологості на основі резистивних або ємнісних елементів. Також можуть використовуватися температурні датчики для компенсації температурних коливань і коригування показників вологості.

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.3. Вибір Arduino як основної платформи

Arduino (рис. 2.1) є однією з найпопулярніших платформ для розробки автономних систем, зокрема для створення зволожувачів повітря. Вибір цієї платформи обґрунтований рядом переваг:

1. Доступність і простота програмування: Arduino має простий інтерфейс для програмування та велику спільноту користувачів, що дозволяє легко отримати підтримку при вирішенні технічних питань.

2. Гнучкість у виборі компонентів: для Arduino доступний широкий спектр датчиків і модулів, що дає можливість вибрати найкращі компоненти для конкретного пристрою. Це включає в себе датчики вологості, температури, сенсори води, реле для управління пневматичними або механічними частинами зволожувача.

3. Інтеграція з іншими пристроями: Arduino підтримує зв'язок через різні інтерфейси, такі як Wi-Fi, Bluetooth, що дозволяє інтегрувати зволожувач з системами «розумного дому» або створити систему віддаленого моніторингу.

4. Економічність: порівняно з іншими мікроконтролерами або спеціалізованими платами, Arduino є відносно дешевим варіантом для реалізації простих або складних проектів.

5. Велика кількість готових бібліотек і прикладів: існує велика кількість вже готових бібліотек для роботи з різноманітними датчиками, що значно спрощує розробку зволожувача.

					123.КІ(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

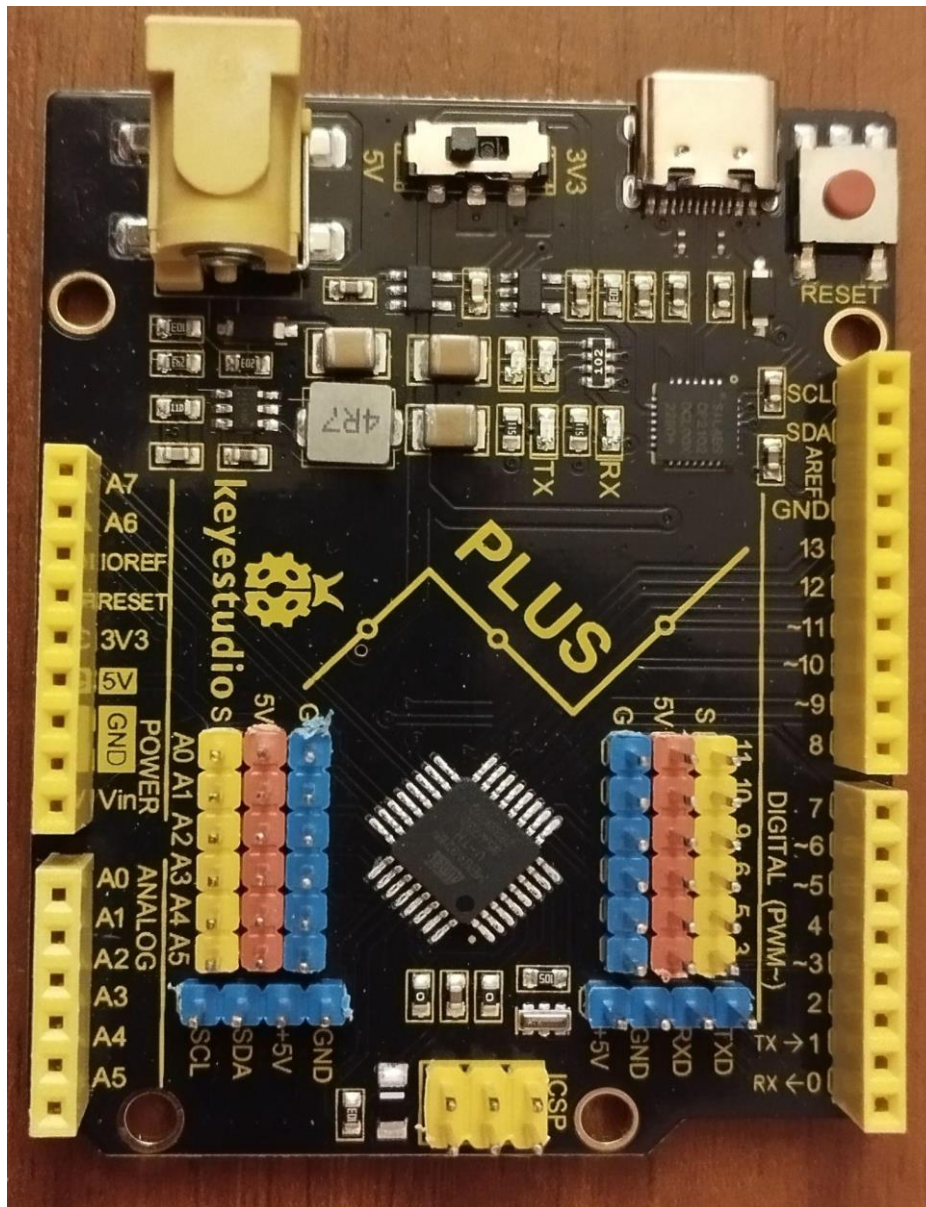


Рис. 2.1. Arduino

2.4. Вибір компонентів та сенсорів для системи зволоження

Для створення ефективного автономного зволожувача необхідно правильно вибрати компоненти та сенсори, які будуть використовуватися в пристрої. Основними складовими частинами є:

1. Датчики вологості: для визначення рівня вологості в приміщенні можна використовувати датчики типу DHT11 або DHT22. Вони мають високу точність і забезпечують стабільні показники для контролю роботи зволожувача.

2. Датчики води: для контролю рівня води в резервуарі важливо використовувати надійні сенсори, такі як ультразвукові або ємнісні датчики. Це

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

дозволяє своєчасно виявляти, коли рівень води опускається до мінімуму, і вимикати систему для запобігання її пошкодженню.

3. Реле для керування потужністю: для керування електричними компонентами зволожувача (наприклад, насосами або вентиляторами) необхідні реле або транзистори для включення або вимикання живлення.

4. Комунікаційні модулі: для інтеграції з Wi-Fi або Bluetooth можна використовувати відповідні модулі, такі як ESP8266 або ESP32. Це дозволить створити додаткові функції, наприклад, керування через мобільний додаток або моніторинг стану пристрою в реальному часі.

5. Інтерфейс для керування: для користувача може бути розроблений простий інтерфейс на базі кнопок, LED індикаторів або дисплея для відображення поточного стану зволожувача.

Вибір компонентів залежить від вимог до пристрою, бюджету, а також планованих можливостей для майбутнього удосконалення.

					123.KI(м)-21	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ

3.1. Архітектура та проєктування зволожувача

Система використовує центральний мікроконтролер Arduino, який зчитує дані з датчиків, керує реле, RGB-світлодіодом та дисплеєм для забезпечення автономного контролю вологості.

3.2. Розробка та програмування мікроконтролера Arduino

Програмування мікроконтролера включає реалізацію логіки керування на основі даних з датчика вологості та кнопок. Логіка роботи передбачає перемикання режимів (зволоження, нормальна робота, сигналізація).

3.3. Проєктування додаткових компонентів

3.3.1. Датчик рівня води

Датчик рівня води (рис. 3.1) є важливим компонентом автономного зволожувача, який забезпечує контроль за рівнем води в резервуарі. Його використання дозволяє підтримувати постійний рівень води для випаровування, запобігаючи проблемам, що виникають у разі нестачі води, та підтримуючи стабільний режим зволоження повітря.

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

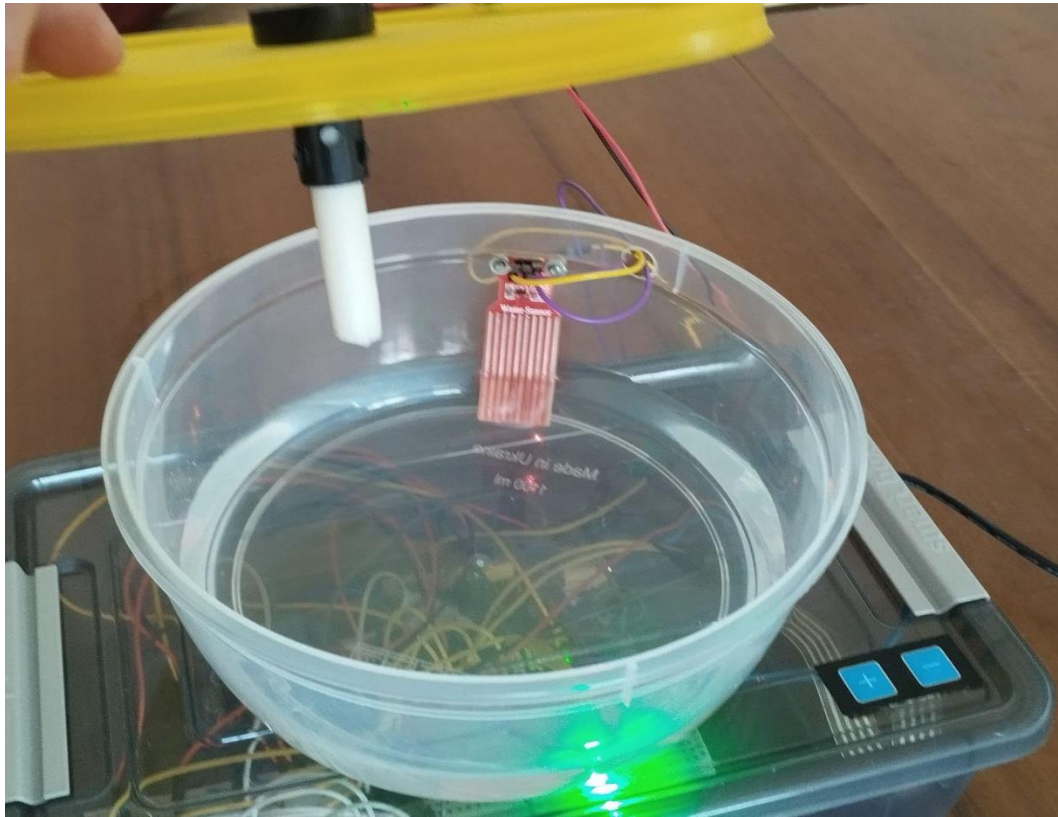


Рис. 3.1. Датчик рівня води в робочому положенні в резервуарі для води

Підключення датчика рівня води до плати Arduino здійснюється через аналоговий вхід, який дозволяє зчитувати зміни рівня води в резервуарі (рис 3.2).

Процес підключення датчика включає такі етапи:

1. З'єднання позитивного контакту (VCC) датчика з контактом живлення на Arduino та негативного контакту (GND) з контактом заземлення.
2. Під'єднання вихідного сигналу датчика до аналогового входу плати Arduino.

Завдяки програмному забезпеченню, яке зчитує значення з аналогового входу, Arduino обробляє сигнал від датчика, дозволяючи визначати рівень води в ємності. Це автоматизує моніторинг рівня води та, за потреби, забезпечує своєчасне поповнення або вмикання індикації низького рівня, що сприяє безперервній роботі зволожувача.

					123.КІ(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

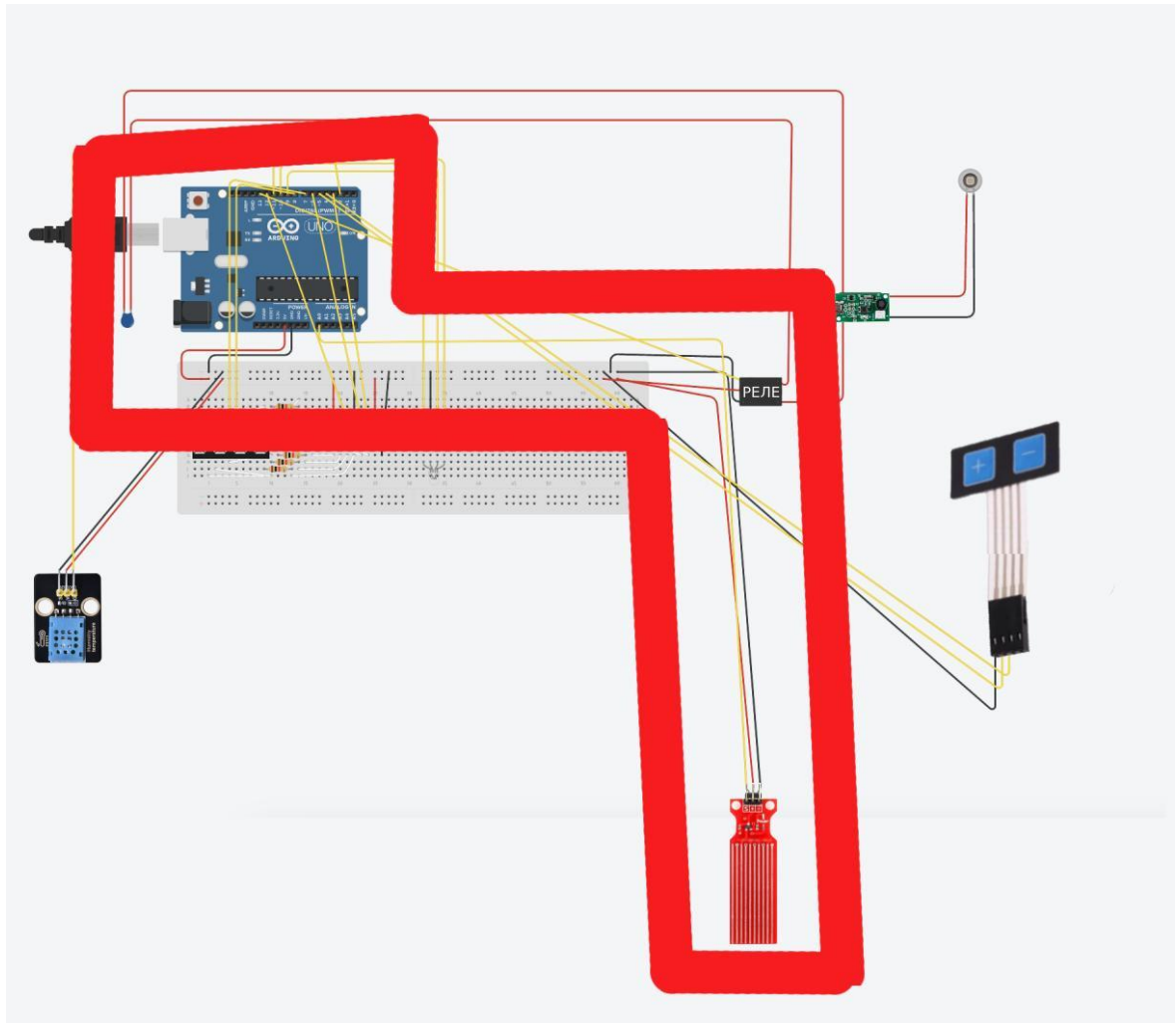


Рис. 3.2. Схема підключення датчика рівня води до Arduino*

Програмування та правильне підключення датчика рівня води забезпечує стабільний контроль над роботою зволожувача і підтримує належні умови для зволоження повітря в автоматичному режимі.

3.3.2. Реле для випаровувача

Реле для випаровувача (рис. 3.3) є ключовим елементом автономного зволожувача, що використовується для керування увімкненням і вимкненням ультразвукового випаровувача. Воно дозволяє автоматично контролювати процес зволоження повітря, запускаючи випаровувач лише тоді, коли рівень вологості в приміщенні нижчий за встановлену межу. Реле діє як перемикач, який замикає або розмикає коло живлення випаровувача за сигналом від контролера.

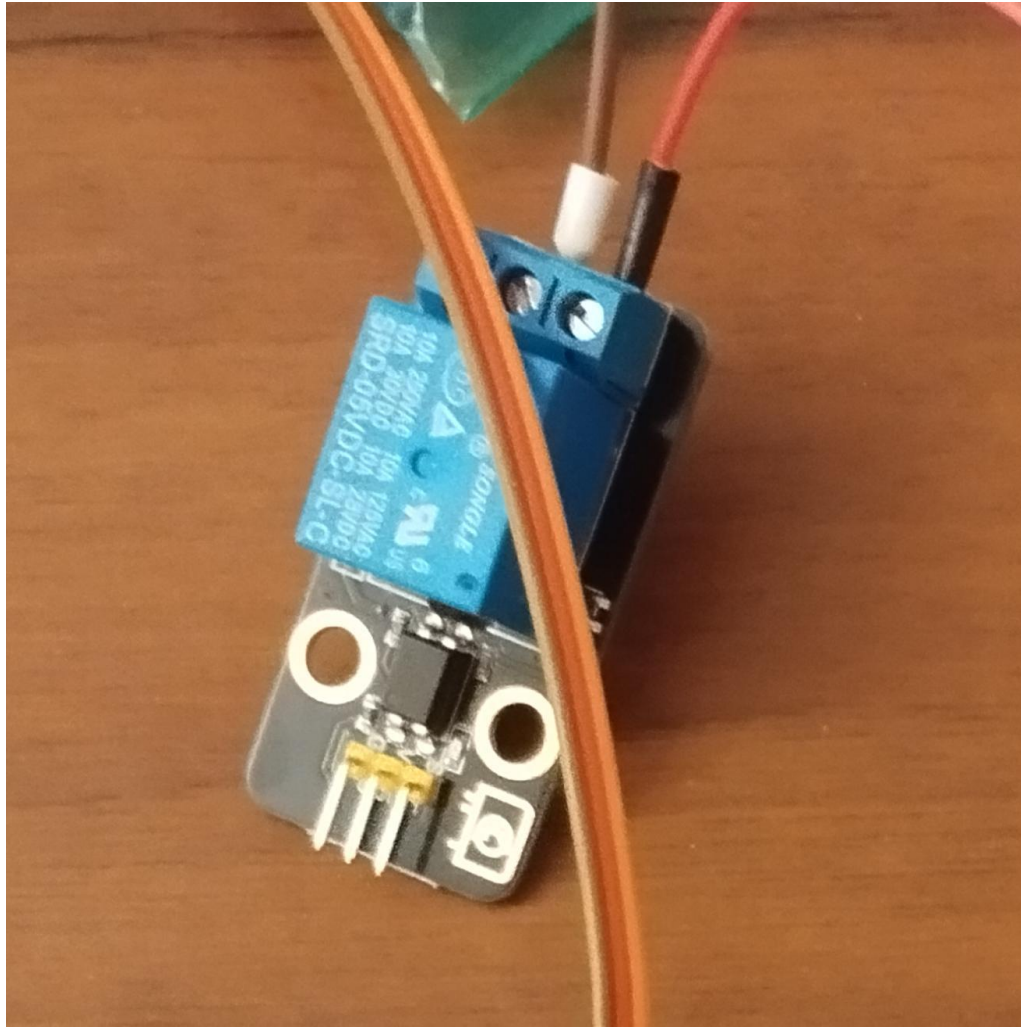


Рис. 3.3. Реле для контролю роботи випаровувача в системі зволоження повітря

Підключення реле до контролера Arduino дозволяє керувати випаровувачем на основі показників датчика вологості. Процес підключення (рис. 3.4) включає наступні кроки:

1. Підключення контактів живлення реле до VCC і GND Arduino.
2. Під'єднання керуючого контакту реле до цифрового виходу контролера, що дозволяє надсилати сигнали для увімкнення або вимкнення випаровувача.

Коли Arduino виявляє, що вологість повітря в приміщенні нижче бажаного рівня, він активує реле, подаючи відповідний сигнал, і вмикає ультразвуковий випаровувач. Таким чином, випаровувач працює лише в разі потреби, що економить електроенергію та забезпечує стабільний рівень вологості в приміщенні.

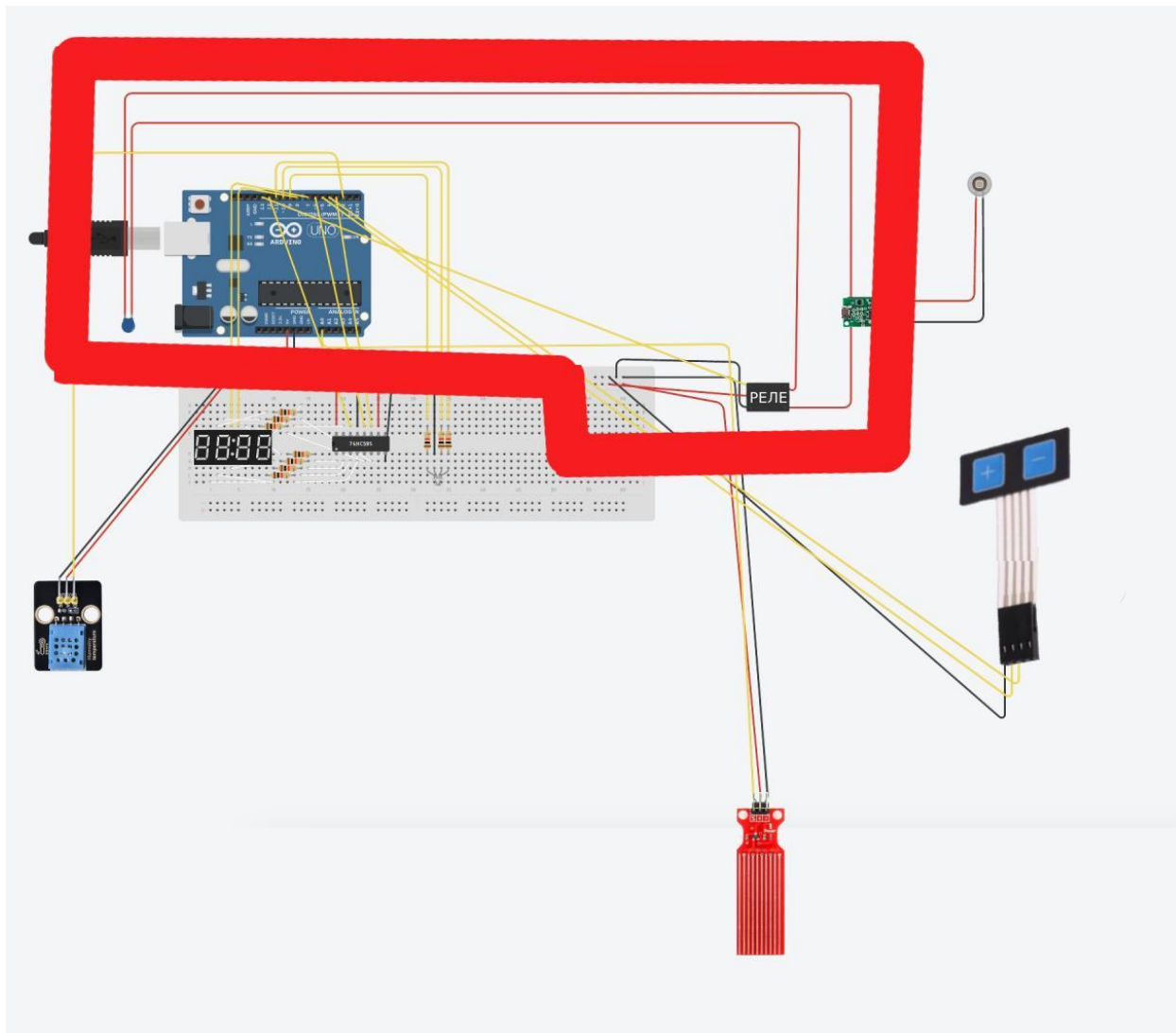


Рис. 3.4. Схема підключення реле для випаровувача до контролера Arduino

Завдяки правильному підключенню та програмуванню реле забезпечується надійне і безпечне керування роботою ультразвукового випаровувача. Це дозволяє створити ефективну систему зволоження повітря, яка працює автономно, підтримуючи комфортний рівень вологості в приміщенні.

3.3.3. RGB світлодіод

RGB світлодіод (рис. 3.5) — це багатофункціональний індикатор, що відображає різні режими роботи автономного зволожувача, змінюючи кольори відповідно до стану системи. Використання RGB світлодіода дозволяє за допомогою одного компонента сигналізувати про різні ситуації, такі як нормальний режим роботи, активація випаровувача або виникнення помилки.

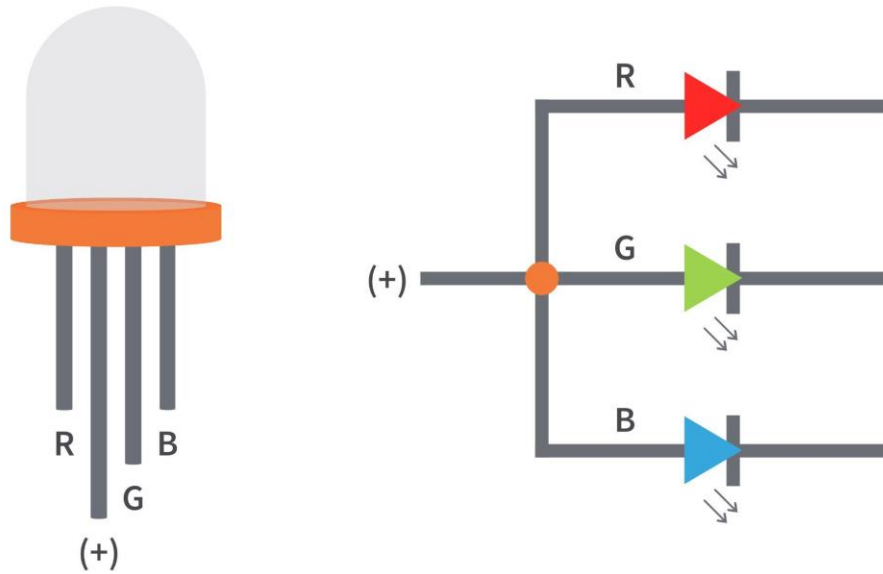


Рис. 3.5. RGB світлодіод для індикації режимів роботи зволожувача

Підключення RGB світлодіода до контролера Arduino виконується через три виводи для контролю кожного кольору (червоний, зелений і синій). Для кожного виводу встановлюється резистор, який обмежує струм, що запобігає перегріванню світлодіода і подовжує термін його служби. Процес підключення (рис. 3.6) включає такі кроки:

1. З'єднання загального анода (або катода) світлодіода з відповідним контактом на Arduino або землею (в залежності від типу RGB світлодіода).

2. Підключення червоного, зеленого та синього виводів світлодіода до цифрових виходів контролера через резистори, що обмежують струм.

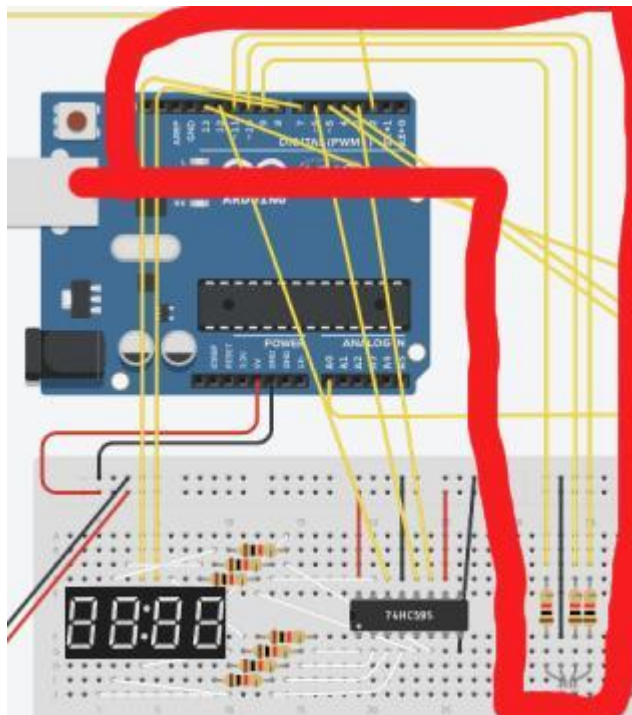


Рис. 3.6. Схема підключення RGB світлодіода до контролера Arduino через резистори

Програмування RGB світлодіода дозволяє змінювати кольори, регулюючи інтенсивність кожного з трьох кольорових каналів (червоного, зеленого і синього) відповідно до поточного режиму зволожувача. Наприклад:

- зелений колір сигналізує про нормальний рівень вологості,
- жовтий колір активується під час роботи випаровувача,
- червоний колір з ефектом «дихання» інформує про виникнення помилки або низький рівень води.

Завдяки правильному підключенню та програмуванню RGB світлодіода користувач може легко відстежувати стан системи, що підвищує зручність та безпеку експлуатації автономного зволожувача.

3.3.4. Контролер випаровувача

Контролер ультразвукового випаровувача — це ключовий компонент, який здійснює управління подачею електроенергії до випаровувача, забезпечуючи його активізацію тільки за необхідності (рис 3.7).

Він розташовується між реле та випаровувачем і дозволяє точніше регулювати подачу живлення до випаровувача, залежно від сигналу, отриманого від реле.

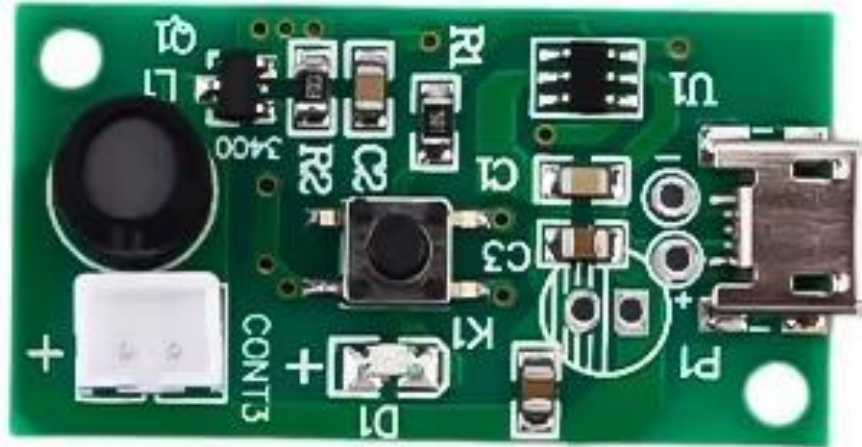


Рис. 3.7. Контролер ультразвукового випаровувача

Принцип роботи контролера полягає в тому, що реле, яке підключене до мікроконтролера Arduino, генерує сигнал, який активує контролер. Коли реле отримує команду від мікроконтролера, воно передає сигнал 5 В на контролер ультразвукового випаровувача. У відповідь на цей сигнал контролер вмикає подачу електроенергії до самого випаровувача, запускаючи процес перетворення води в пару.

Підключення контролера ультразвукового випаровувача (рис. 3.8) виконується таким чином:

1. Реле отримує команду від Arduino і подає 5 В сигнал на вхід контролера.
2. Контролер ультразвукового випаровувача, отримавши сигнал від реле, передає електроенергію безпосередньо до випаровувача.
3. Випаровувач починає працювати, генеруючи ультразвукові хвилі, які перетворюють воду на пару, забезпечуючи необхідний рівень вологості в приміщенні.

Цей контроль за подачею електроенергії дозволяє регулювати інтенсивність роботи випаровувача, включаючи його лише тоді, коли це необхідно для

підтримки оптимального рівня вологості в приміщенні. Таким чином, контролер ультразвукового випаровувача допомагає досягати високої енергоефективності, запобігаючи зайвим витратам електричної енергії та надмірному випаровуванню води.

3.3.5. Ультразвуковий випаровувач

Ультразвуковий випаровувач (рис. 3.8) — це ключовий компонент у системі зволоження, що використовується для утворення дрібнодисперсного водяного туману. Принцип його роботи полягає у створенні високочастотних коливань, які розбивають воду на дрібні частинки, перетворюючи її на пару.

Для забезпечення роботи випаровувача використовується контролер, що розташований між реле та самим випаровувачем. Контролер виконує роль керуючого елемента, який подає електроенергію до ультразвукового випаровувача у відповідь на сигнал від реле.

Принцип роботи ультразвукового випаровувача включає кілька основних етапів:

1. Мікроконтролер надсилає команду на реле, яке активується.
2. Реле передає сигнал на контролер, який забезпечує подачу електричної енергії до ультразвукового випаровувача.
3. Ультразвуковий випаровувач починає генерувати коливання, які утворюють водяний туман, підвищуючи рівень вологості в приміщенні.

Ультразвуковий випаровувач є важливим елементом системи, оскільки він забезпечує ефективне зволоження повітря з мінімальним споживанням електроенергії. Його конструкція дозволяє досягати високої продуктивності при компактних розмірах.

					123.KI(м)-21	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

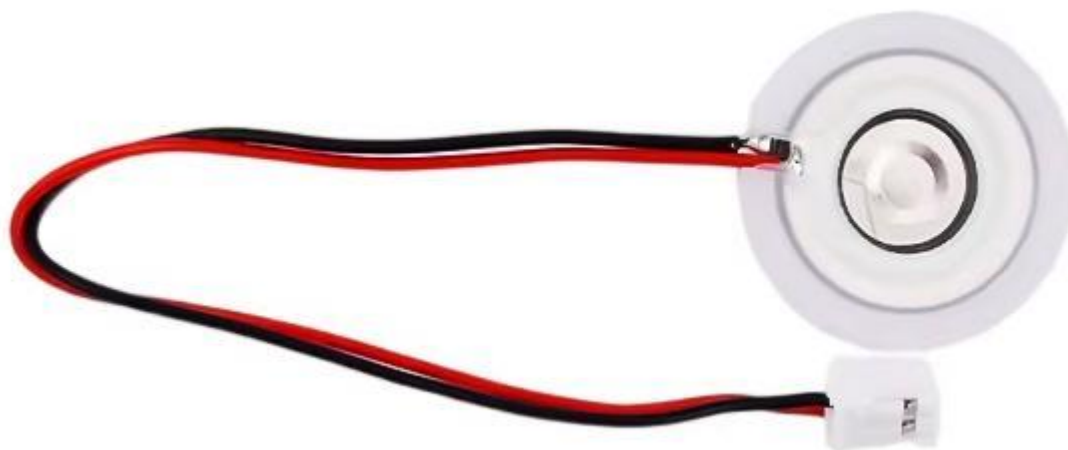


Рис. 3.8. Ультразвуковий випаровувач

Ця система гарантує ефективне зволоження повітря завдяки тому, що ультразвуковий випаровувач активується лише тоді, коли отримує сигнал від контролера, що, у свою чергу, підвищує безпеку та енергоефективність пристрою.

3.3.6. Мембранна клавіатура

Мембранна клавіатура з двома кнопками (+ і -) (рис. 3.9) — це пристрій введення, який використовується для взаємодії з автономним зволожувачем повітря. Вона дозволяє користувачеві регулювати параметри, такі як цільова вологість, через просте натискання кнопок. Мембранна клавіатура є компактною і доступною альтернативою для введення даних в систему, зокрема для зміни параметрів роботи пристрою.

					123.КІ(м)-21	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.9. Мембранна клавіатура з двома кнопками (+ і -)

Мембранна клавіатура складається з двох кнопок:

- Кнопка +: використовується для збільшення значення, наприклад, для підвищення бажаної вологості в системі.
- Кнопка -: дозволяє знижувати значення, наприклад, для зменшення вологості.

Кожна з кнопок підключена до пінів на мікроконтролері Arduino і при натисканні генерує сигнал, що обробляється програмним кодом на Arduino. Це дозволяє змінювати показники вологості або інші налаштування в системі.

Принцип підключення мембранної клавіатури до Arduino передбачає:

1. Підключення проводів: мембранна клавіатура має два контакти для кожної кнопки — один підключається до піну на мікроконтролері, інший — до землі (GND).
2. Визначення натискання кнопки: при натисканні на одну з кнопок, на відповідному піні Arduino відбувається зміна стану (з високого на низький або навпаки), що фіксується програмним кодом.

Для зчитування натискань кнопок використовуються функції сканування, що дозволяють визначити, яка кнопка була натиснута в певний момент часу. Після цього програма на Arduino виконує необхідну дію, наприклад, змінює значення бажаної вологості або активує інші функції пристрою.

Мембранна клавіатура з двома кнопками є простим і надійним способом для користувачів коригувати налаштування зволожувача. Вона забезпечує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для зміни параметрів системи без необхідності складних налаштувань або додаткових пристроїв.

3.3.7. Датчик вологості

Датчик вологості DHT11 (рис. 3.10) — це один із найпоширеніших датчиків, використовуваних для вимірювання вологості повітря в автономних системах зволоження. Цей датчик здатний вимірювати як вологість, так і температуру навколишнього середовища. Завдяки своїй простоті в підключенні та використанні, DHT11 є відмінним вибором для багатьох проектів на платформі Arduino.

					123.КІ(м)-21	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

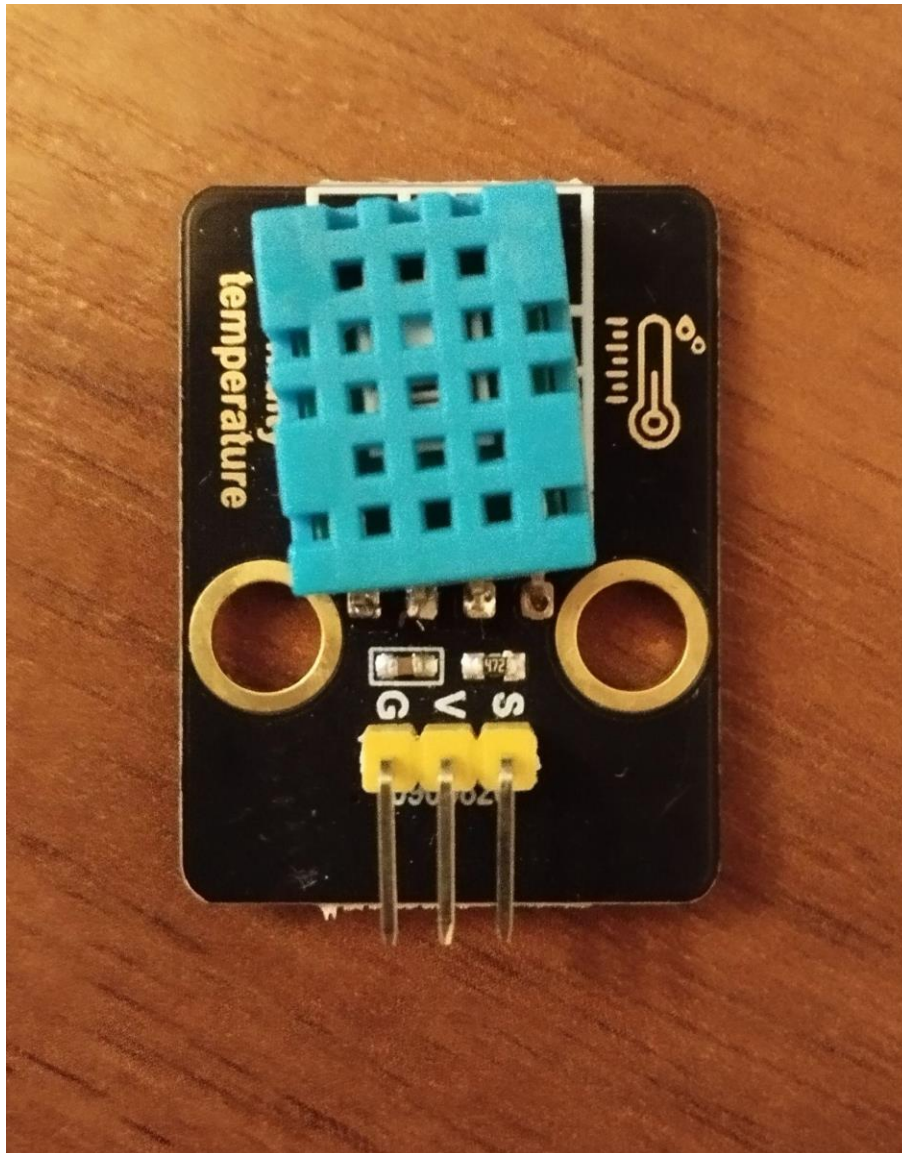


Рис. 3.10. Датчик вологості DHT11

Датчик складається з єдиної інтегрованої плати, яка містить сенсор вологості і термістор для вимірювання температури. Зчитування даних відбувається за допомогою цифрового сигналу, що дозволяє отримувати точні значення вологості й температури для подальшої обробки.

Принцип підключення датчика вологості DHT11 до Arduino включає кілька простих кроків:

1. Підключення живлення: датчик потребує підключення до 5 В для живлення (VCC) та заземлення (GND).

2. Цифровий вихід: для зчитування даних датчик підключається до одного з цифрових пінів Arduino (наприклад, D2).

3. Програмне забезпечення: за допомогою бібліотеки DHT для Arduino, програмний код дозволяє зчитувати значення температури та вологості.

Процес зчитування даних з датчика виглядає таким чином:

- Датчик DHT11 відправляє цифровий сигнал, який містить значення температури та вологості в форматі, зрозумілому для мікроконтролера.

- Arduino приймає ці дані і використовує їх для керування іншими компонентами системи, наприклад, для активації випаровувача, якщо вологість падає нижче заданого рівня.

Датчик вологості DHT11 забезпечує простоту в налаштуванні та точність вимірювань при помірних температурах і вологості, що робить його ідеальним для застосувань в автоматичних зволожувачах повітря.

3.3.8. Зсувний регістр

Зсувний регістр 74НС595N є корисним компонентом для розширення можливостей мікроконтролера Arduino, особливо коли на ньому не вистачає пінів для підключення великої кількості компонентів, таких як 7-сегментні дисплеї. Цей зсувний регістр дозволяє підключити кілька цифрових 7-сегментних дисплеїв, використовуючи всього кілька пінів на Arduino, що економить пін-виходи і спрощує підключення.

Принцип роботи 74НС595N

Зсувний регістр 74НС595N — це пристрій, який дозволяє передавати послідовні дані (біт за бітом) через один пін Arduino і розподіляти їх на кілька виходів. Він має три основні піни для підключення до Arduino:

1. SER (Serial Data Input) — пін для подачі даних.
2. RCLK (Register Clock) — пін для запуску запису в регістр.
3. SRCLK (Shift Register Clock) — пін для зсуву даних через регістр.

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Коли Arduino послідовно передає дані на серійний вхід, зсувний регістр розподіляє ці дані на виходи, що дозволяє контролювати кілька пристроїв, таких як 7-сегментні дисплеї, використовуючи лише 3 пін Arduino.

Підключення до 4-значного 7-сегментного дисплея

Оскільки кожен 7-сегментний дисплей має 7 сегментів (а також спільний анод або катод), потрібно керувати кожним сегментом окремо. Для цього використовуються пін-контакти зсувного регістра, які передають дані для включення або вимкнення кожного сегмента.

При підключенні до 4-значного 7-сегментного дисплея через зсувний регістр 74НС595N можна підключити чотири дисплеї до одного зсувного регістра, заощаджуючи піни Arduino. Це відбувається наступним чином:

1. Сигнали для кожного сегмента передаються через серійний вхід до 74НС595.
2. Кожен дисплей можна активувати через пін RCLK, щоб відображати різні цифри на кожному дисплеї.
3. SRCLK синхронізує передачу даних і оновлення стану дисплеїв.

Цей метод дозволяє контролювати всі дисплеї, використовуючи лише три пін-виходи на Arduino, що значно полегшує підключення і управління дисплеями.

Переваги використання 74НС595N

- Економія пінів: замість того, щоб використовувати по кілька пінів для кожного сегмента дисплея, зсувний регістр дозволяє підключити кілька дисплеїв, використовуючи лише кілька пінів на Arduino.
- Розширення можливостей: Можна підключити багато пристроїв, просто послідовно з'єднуючи кілька зсувних регістрів.
- Простота керування: завдяки серійній передачі даних, зсувний регістр спрощує програмування і зменшує складність з'єднань.

Таким чином, зсувний регістр 74НС595N — це ефективний спосіб підключити кілька 7-сегментних дисплеїв до Arduino, економлячи піни і спрощуючи схему підключення. Він дозволяє зменшити кількість пінів,

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

необхідних для керування дисплеями, що робить проект більш компактним і зручним для розробки.

3.3.9. 4 цифровий 7 сегментний дисплей

4-цифровий 7-сегментний дисплей — це електронний пристрій, який складається з чотирьох 7-сегментних дисплеїв, кожен з яких може відображати одну цифру (від 0 до 9). Такий дисплей дозволяє показувати до чотирьох цифр одночасно, що є зручним для відображення чисел, наприклад, часу, температури або будь-яких інших значень, що складаються з кількох цифр.

Структура 7-сегментного дисплея

Кожен 7-сегментний дисплей складається з семи світлодіодів, що позначені літерами A, B, C, D, E, F і G. Ці сегменти можуть бути включені в різних комбінаціях для відображення цифр від 0 до 9.

Додатково можуть бути використані ще один світлодіод, який є десятковою точкою (DP), для відображення дробових чисел.

- A, B, C, D, E, F, G — сегменти, що формують цифри.
- DP — десяткова точка (опційно).

Принцип роботи

7-сегментні дисплеї використовують певні комбінації включення сегментів для утворення цифр.

Наприклад:

- Цифра 0: Включені сегменти A, B, C, D, E, F
- Цифра 1: Включені сегменти B, C
- Цифра 2: Включені сегменти A, B, D, E, G
- І так далі для всіх цифр.

Підключення 4-цифрового 7-сегментного дисплея до Arduino

Оскільки 4-цифровий дисплей має 4 окремих 7-сегментних екранів, для правильного підключення потрібно багато пінів Arduino. Однак для економії пінів часто використовують зсувні регістри, такі як 74HC595N, для контролю дисплея.

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Підключення без зсувного регістра:

Кожен сегмент підключається до окремого піну на Arduino. Однак для 4-цифрового дисплея це може вимагати великої кількості пінів, що не завжди зручно. Тому використовують зсувний регістр.

Підключення через зсувний регістр 74HC595N:

Зсувний регістр дозволяє керувати великими кількостями виходів за допомогою лише кількох пінів Arduino. Регістри 74HC595N забезпечують передачу даних до дисплеїв, використовуючи лише 3 пінові з'єднання: SER (Serial data input), RCLK (Latch clock), SRCLK (Shift clock).

Як підключити:

1. Підключіть виводи A, B, C, D, E, F, G і DP дисплея до відповідних виводів зсувного регістра.
2. Підключіть RCLK та SRCLK до пінів Arduino, що будуть використовуватись для управління регістром.
3. Виводи зсувного регістра, що підключаються до дисплея, можна з'єднати із спільною лінією, яка відповідає за загальний анод або катод кожного з дисплеїв.

Переваги використання зсувного регістра:

1. Економія пінів: 74HC595N дозволяє керувати 8 виводами за допомогою лише 3 пінів Arduino.
2. Зручність у підключенні: Можна додати більше дисплеїв, підключаючи кілька зсувних регістрів один до одного.
3. Зменшення складності схеми: Зсувний регістр дозволяє спростити підключення і зменшити кількість проводів.

Приклад використання:

Зсувний регістр можна використовувати для передачі даних до кожного з 4 дисплеїв, забезпечуючи відображення чисел на кожному з них одночасно, в залежності від того, яке число ви хочете показати.

Отже, 4-цифровий 7-сегментний дисплей є дуже корисним для відображення числових значень в багатьох проектах. Для зручного керування таким дисплеєм на

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Arduino часто використовуються зсувні регістри, які значно зменшують кількість необхідних пінів та спрощують підключення кількох дисплеїв.

3.4. Проектування корпусу

Корпус для автономного зволожувача є важливою частиною конструкції, оскільки він забезпечує не лише механічну підтримку всіх компонентів, а й захищає електронні елементи від впливу вологи та інших зовнішніх факторів. У даному випадку корпус складається з двох основних частин: прямокутного контейнера, що містить основні електронні компоненти, та круглого контейнера для води з датчиком рівня води.

1. Прямокутний контейнер з електронними компонентами

Ця частина корпусу служить для розміщення всіх електронних елементів, таких як мікроконтролер (Arduino), зсувні регістри, реле, RGB світлодіоди та інші компоненти. Прямокутна форма контейнера дозволяє ефективно організувати простір і правильно розмістити всі необхідні частини.

Матеріал контейнера:

- Для виготовлення контейнера можна використовувати пластик (наприклад, ABS або полікарбонат), оскільки він легкий, стійкий до вологи і забезпечує хорошу ізоляцію від електричних компонентів.
- Також можна використовувати акрилові або композитні матеріали, які забезпечать прозорість для візуального контролю за станом компонентів, якщо це необхідно.

Основні елементи корпусу:

- Мікроконтролер (Arduino): розташований так, щоб зручніше підключати зовнішні компоненти та підключати його до живлення.
- Зсувні регістри (74НС595N): ці елементи можуть бути розташовані поруч із дисплеєм для зручності підключення до 7-сегментного дисплея.

					123.КІ(М)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

- Реле та контролер для випаровувача: повинні бути надійно закріплені, щоб уникнути механічних пошкоджень при експлуатації.

- RGB світлодіоди: для індикації режимів роботи можна передбачити відповідні прорізи в корпусі, щоб світлодіоди були видимими ззовні.

2. Круглий контейнер з водою і датчиком рівня води

Ця частина корпусу розміщується зверху і служить для зберігання води для випаровувача.

Важливо, щоб вона була герметична та мала зручний доступ для заповнення водою та очищення.

Конструкція та матеріали:

- Кругла форма контейнера забезпечує рівномірний розподіл води і максимальну площу для випаровування. Це дозволяє ефективно використовувати випаровувач, забезпечуючи постійну подачу пари в повітря.

- Матеріал: для цього контейнера можна використовувати пластик або нержавіючу сталь, оскільки ці матеріали стійкі до води і не піддаються корозії.

Датчик рівня води:

- Датчик рівня води має бути розміщений так, щоб він міг точно вимірювати рівень води в контейнері. Оскільки датчик має бути в контакті з водою, важливо забезпечити правильне його підключення та герметичність.

- Для кращого результату можна встановити датчик рівня на певній відстані від дна контейнера, щоб уникнути помилкових вимірювань у разі змін у рівні води.

3. З'єднання між контейнерами

Щоб забезпечити надійну та безпечну роботу, обидва контейнери мають бути з'єднані так, щоб корпус був герметичним, але при цьому зручним для обслуговування. Можна передбачити в корпусі спеціальні отвори або з'єднувальні елементи для прокладання проводів та труб для подачі пари.

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Основні вимоги до корпусу:

1. Герметичність: важливо, щоб корпус не пропускав вологу до електронних компонентів, тому потрібно передбачити належну ізоляцію та герметизацію всіх з'єднань.
2. Керування вентиляцією: для запобігання перегріву електроніки в корпусі, можна передбачити вентиляційні отвори або решітки.
3. Легкість доступу для обслуговування: корпус повинен легко відкриватися для заміни компонентів або ремонту.
4. Дизайн та ергономіка

Корпус має бути компактним, але достатньо просторим для всіх компонентів. Також важливо, щоб він виглядав естетично та був зручним для використання. Це може включати в себе наступні аспекти:

- Прозорі частини для моніторингу рівня води та стану компонентів.
- Зручні кнопки або інтерфейс для налаштування вологості та інших параметрів.

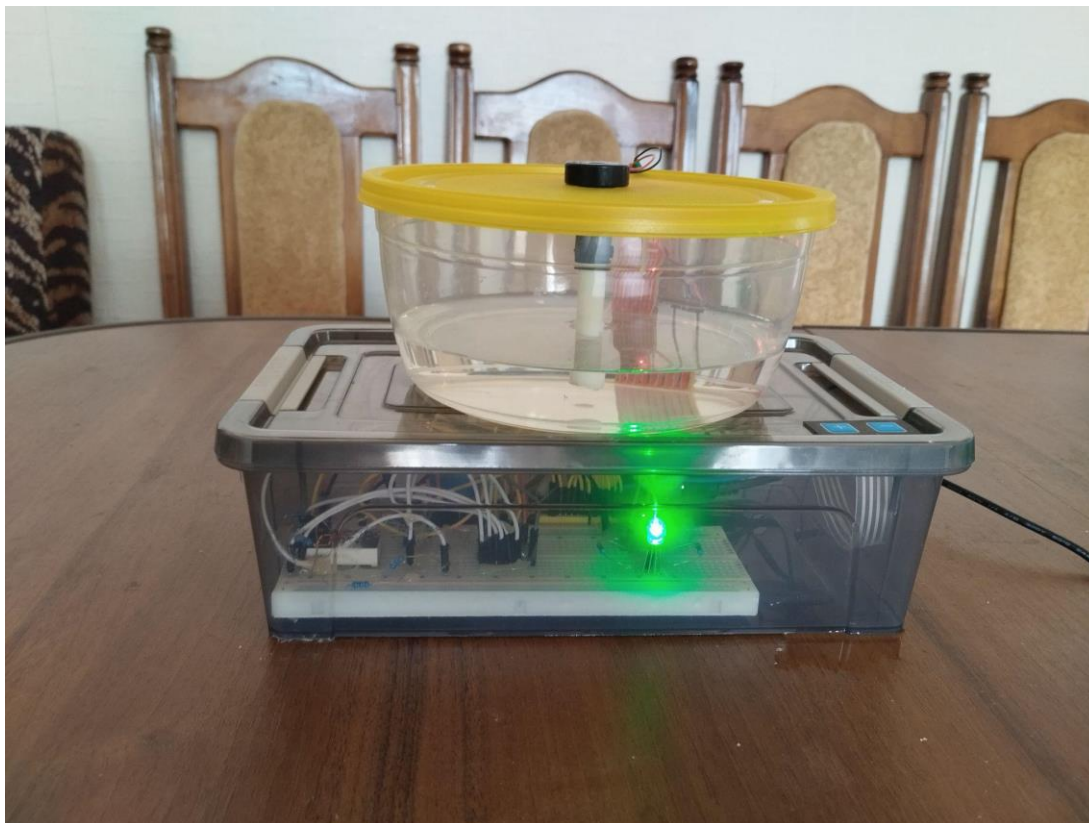


Рис. 3.11. Фінальний корпус

					123.КІ(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Проектування корпусу для автономного зволожувача на основі Arduino є важливим етапом, що потребує врахування всіх технічних та безпекових вимог. Прямокутний контейнер з електронними компонентами та круглий контейнер для води з датчиком рівня води повинні бути правильно розташовані та герметизовані для забезпечення надійної та ефективної роботи пристрою.

3.5. Тестування та налагодження пристрою

Тестування та налагодження є важливими етапами при розробці автономного зволожувача, оскільки вони дозволяють перевірити працездатність усіх компонентів системи, виявити можливі проблеми та оптимізувати роботу пристрою. Процес тестування та налагодження можна поділити на кілька етапів, кожен з яких спрямований на перевірку конкретної частини системи.

1. Тестування окремих компонентів

Першим кроком є перевірка роботи окремих компонентів з використанням базових тестових програм. Це дозволить переконатися, що кожен елемент працює коректно перед інтеграцією в загальну систему.

- Датчик вологості (DHT11): тестування полягає в підключенні датчика до Arduino та зчитуванні значень вологості і температури за допомогою простого коду, що виводить ці дані на серійну моніторну панель.
- Датчик рівня води: перевірка правильності зчитування аналогового сигналу з датчика та забезпечення коректної роботи під час зміни рівня води в контейнері.
- RGB світлодіоди: тестування включає в себе перевірку індикації різних кольорів (зеленого, жовтого та червоного) у відповідних режимах роботи пристрою.
- Реле та контролер ультразвукового випаровувача: перевірка реле, що включає підключення до Arduino, а також перевірку роботи випаровувача при подачі сигналу.

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

- Зсувний регістр 74НС595N: тестування правильності передачі даних до 7-сегментного дисплея через зсувний регістр та відображення числових значень на дисплеї.

2. Інтеграція компонентів

Після тестування окремих компонентів необхідно здійснити їх інтеграцію в єдину систему. Під час інтеграції особливо важливо перевірити взаємодію між компонентами, щоб упевнитися, що всі елементи правильно функціонують у сукупності.

- Перевірка взаємодії датчиків і виведення на дисплей: переконайтеся, що значення з датчика вологості коректно відображаються на 7-сегментному дисплеї та коректно реагують на зміни параметрів.
- Перевірка роботи реле та випаровувача: при досягненні критичних рівнів вологості, система повинна включати реле, що подаватиме сигнал на контролер випаровувача для його активації.
- Перевірка роботи кнопок регулювання вологості: кнопки + та - повинні коректно збільшувати або зменшувати цільову вологість, а також відображати її на дисплеї.

3. Налагодження програмного забезпечення

Після того як всі компоненти інтегровані в систему, важливо провести налагодження програмного забезпечення для забезпечення коректної роботи всіх функцій.

- Перевірка логіки керування вологою: програма повинна правильно реагувати на зміни рівня вологості та включати/виключати реле в залежності від заданого порогу вологості.
- Тестування алгоритмів індикації RGB світлодіодами: світлодіоди повинні змінювати колір відповідно до змін стану зволожувача (зелене для нормальної вологості, жовте для роботи випаровувача, червоне для помилки).

					123.KI(м)-21	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Перевірка обробки помилок: система повинна коректно реагувати на помилки, наприклад, недостатній рівень води (через датчик рівня) або збої у роботі випаровувача.

4. Перевірка надійності та стабільності роботи

Після того, як система працює в тестовому режимі, важливо перевірити її стабільність та надійність протягом тривалого часу.

- Тестування в умовах зміни вологості: перевірка роботи системи при різних рівнях вологості в навколишньому середовищі для забезпечення стабільної роботи.

- Тривалий тест роботи випаровувача: включення випаровувача на тривалий час для перевірки його здатності працювати без перегріву або інших неполадок.

- Тестування водозабезпечення: перевірка правильності вимірювань рівня води та активації реле при досягненні мінімального рівня води.

5. Оптимізація та коригування

Після проведення основних тестів можуть бути виявлені незначні проблеми або моменти, що потребують доопрацювання.

- Коригування алгоритмів зчитування даних: якщо система не правильно реагує на зміни рівня вологості або рівня води, можуть бути внесені корективи в код.

- Оптимізація роботи з дисплеєм та зсувним регістром: в разі необхідності можна покращити відображення чисел на 7-сегментному дисплеї, щоб зробити його більш чітким.

- Виправлення помилок у програмному забезпеченні: якщо виявлені помилки в логіці, вони повинні бути виправлені для забезпечення стабільної роботи пристрою.

6. Фінальне тестування та перевірка

Після виконання всіх коригувань та оптимізацій необхідно провести фінальне тестування системи в реальних умовах. Це включає перевірку пристрою

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

в різних режимах роботи: при нормальному рівні вологості, в умовах, коли вологість повинна бути підвищена або знижена, а також при низькому рівні води.

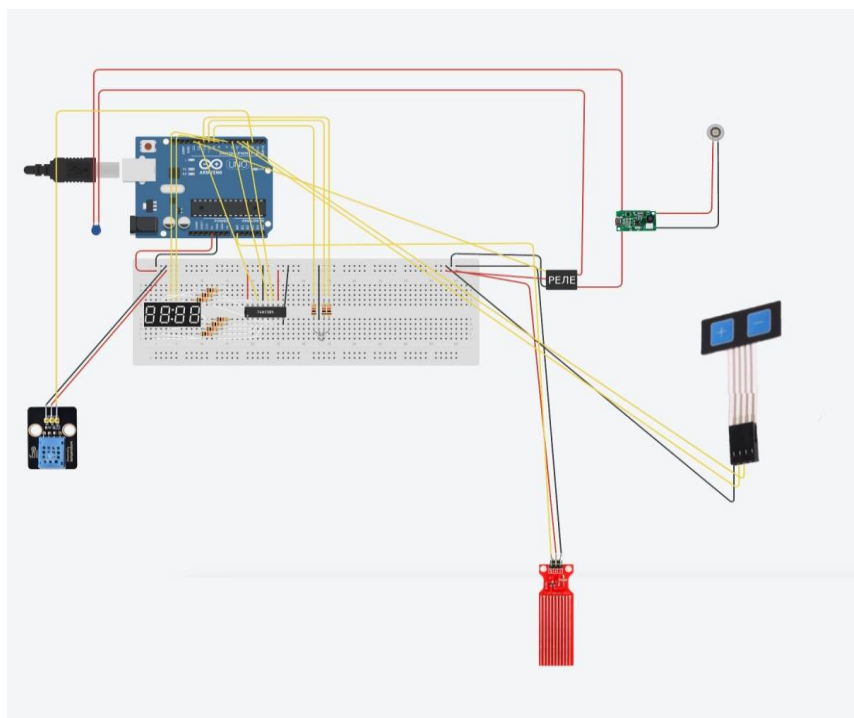


Рис. 3.12. Схема пристрою

Таким чином, тестування та налагодження системи автономного зволожувача є критично важливим етапом для забезпечення стабільної та надійної роботи пристрою. Важливо не лише перевірити працездатність кожного окремого елемента, а й забезпечити правильну взаємодію компонентів та коректну роботу програмного забезпечення. У результаті ретельного тестування можна забезпечити оптимальні умови для ефективної роботи зволожувача, що буде стабільно працювати в різних умовах експлуатації.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБУ

Проведено простий економічний розрахунок вартості спроектованого пристрою. Для реалізації поставленої мети було обрано наступний функціонал (елементна база):

1. Набір для початківців Arduino Advanced Study Kit від Keystudio (1 шт.) – ціна 1200 грн.
2. Модуль ультразвукового розпилення (1 шт.) – ціна 50 грн.
3. Датчик рівня рідини (1 шт.) – ціна 18 грн.
4. Двохкнопкова мембранна клавіатура (1 шт.) – ціна 50 грн.
5. Блок живлення 5 В (1 шт.) – ціна 160 грн.
6. Контейнер прямокутний (1 шт.) – ціна 60 грн.
7. Контейнер круглий (1 шт.) – ціна 53 грн.

Таким чином, підрахунок показує, що загальні затрати на основні складові розроблюваного пристрою становлять 1591 грн.

Висновки до розділу 4

Проведено оцінку вартості виробництва автономної годівниці, яка включає розрахунок затрат на матеріали та компоненти.

					123.КІ(М)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА

5.1. Охорона праці під час виготовлення автономного зволожувача

При створенні автономного зволожувача на базі Arduino та розробці корпусу важливо забезпечити належні заходи охорони праці для збереження здоров'я та безпеки. Серед основних аспектів, які слід враховувати, є:

- Використання індивідуальних засобів захисту під час роботи з електричними компонентами, зокрема мікроконтролером Arduino. Для захисту від можливих травм рекомендовано носити захисні рукавички та окуляри.
- Дотримання правил безпеки під час роботи з електроінструментами, такими як паяльник та інші інструменти, які можуть нагріватися. Контакт з гарячими частинами слід уникати, щоб запобігти опікам.
- Забезпечення правильного з'єднання та ізоляції всіх електричних компонентів, щоб уникнути коротких замикань та можливого ураження електричним струмом. Всі електричні з'єднання мають бути надійними і стійкими до впливу зовнішніх факторів.

5.2. Охорона праці під час експлуатації автономного зволожувача

Крім забезпечення безпеки під час виготовлення, важливо дотримуватись належних заходів охорони праці при експлуатації зволожувача. Зокрема, необхідно:

- Перевіряти, чи всі з'єднання та компоненти зволожувача належно заізольовані та надійно закріплені. Регулярний огляд кабелів, роз'ємів та інших елементів допоможе уникнути неполадок.
- Забезпечити захист електроніки від вологи та запобігати потраплянню води на електричні компоненти.
- Надійно встановити та закріпити всі компоненти зволожувача, включно з датчиками вологості та рівня води, реле, випаровувачем, контролером, RGB

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

світлодіодом та іншими елементами. Це забезпечить стабільну роботу пристрою та мінімізує ризики пошкоджень.

- Постійно моніторити роботу зволожувача і при виявленні будь-яких аномалій, несправностей або видимих пошкоджень негайно відключити пристрій від живлення та звернутись до кваліфікованого спеціаліста для ремонту.
- Забезпечити можливість безпечного оновлення програмного забезпечення автономного зволожувача при потребі.

Загалом, для забезпечення безпеки експлуатації автономного зволожувача потрібно дотримуватись інструкцій з безпеки, які включають регулярний огляд пристрою, обережну експлуатацію та оцінку потенційних ризиків.

Висновки до розділу 5

Під час роботи з мікроконтролерами Arduino та іншими електронними компонентами слід дотримуватись правил безпеки, таких як відключення живлення перед будь-якими змінами, використання ізоляційних матеріалів для уникнення коротких замикань та перегрівання.

Під час роботи з електроінструментами, такими як паяльник або гравер, необхідно дотримуватись відповідних правил безпеки для цих пристроїв, щоб уникнути травм.

При експлуатації автономного зволожувача важливо дотримуватись інструкцій з безпеки, включаючи правильне встановлення, регулярне обслуговування та запобігання контакту з гарячими елементами, щоб забезпечити довговічність і безпечну роботу пристрою.

					123.KI(м)-21	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Проведено загальний огляд автономних зволожувачів. Розглянуто існуючі рішення та їхні обмеження, які вказують на необхідність розробки нових, більш ефективних та універсальних систем.
2. Визначено переваги використання Arduino у проектах робототехніки, завдяки його гнучкості та можливості для розширення функціональності. Підібрано необхідні компоненти для виготовлення автономного зволожувача на базі Arduino з метою оптимізації системи.
3. Здійснено економічний розрахунок вартості виготовленого пристрою. Наведено основні вимоги щодо техніки безпеки при виготовленні та експлуатації автономного зволожувача.

					123.KI(м)-21	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Getting Started with Arduino products [електронний ресурс]:
<https://www.arduino.cc/en/Guide>
2. C++ Tutorial, W3Schools [електронний ресурс]:
<https://www.w3schools.com/cpp/>
3. Arduino For Beginners, Makerspaces [електронний ресурс]:
<https://www.makerspaces.com/wp-content/uploads/2017/02/Arduino-For-Beginners-REV2.pdf>
4. Форум Arduino [електронний ресурс]: <https://forum.arduino.cc/>
5. Документація Arduino [електронний ресурс]:
<https://www.arduino.cc/reference/en/>
6. Arduino Projects, Fritzing [електронний ресурс]: <https://fritzing.org/projects/>
7. Water Sensor Arduino, YouTube [електронний ресурс]:
https://www.youtube.com/results?search_query=water+sensor+arduino
8. Building Arduino Projects for the Internet of Things: Experiments with Real-World Applications, Adeel Javed [книга]: <https://www.amazon.com/Building-Arduino-Projects-Internet-Things/dp/1484219392>
9. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry, Jeremy Blum [книга]: https://www.amazon.com/Exploring-Arduino-Techniques-Engineering-Wizardry/dp/1119405378/ref=sr_1_1?crid=6LU414T741RJ&keywords=arduino+book&qid=1686285126&s=books&prefix=arduino+book%2Cstripbooks-intl-ship%2C181&sr=1-1
10. Getting Started With Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform (Make), Massimo Banza and Michael Shiloh [книга]:
https://www.amazon.com/Getting-Started-Arduino-Electronics-Prototyping/dp/1680456938/ref=sr_1_5?crid=6LU414T741RJ&keywords=ardui

					123.KI(М)-21	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[no+book&qid=1686285126&s=books&sprefix=arduino+book%2Cstripbooks-intl-ship%2C181&sr=1-5](#)

- 11.KS0077(78,79) Super Learning Kit for Arduino [электронный ресурс]: [https://wiki.keyestudio.com/KS0077\(78,79\)Super_Learning_Kit_for_Arduino](https://wiki.keyestudio.com/KS0077(78,79)Super_Learning_Kit_for_Arduino)
- 12.Arduino Relay, Arduino Get Started [электронный ресурс]: <https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-relay>
- 13.Interface One Channel Relay Module with Arduino, Last Minute Engineers [электронный ресурс]: <https://lastminuteengineers.com/one-channel-relay-module-arduino-tutorial/>
- 14.Troubleshooting 10 Common Errors in the Arduino IDE, Make us of [электронный ресурс]: <https://www.makeuseof.com/arduino-ide-troubleshooting-common-errors/>
- 15.Beginners Guide to Arduino IDE and Arduino Programming, Jobit joseph [электронный ресурс]: <https://circuitdigest.com/article/getting-started-with-arduino-programming-using-arduino-ide>
- 16.Different Ways to Power Your Arduino Boards, Jobit Joseph [электронный ресурс]: <https://circuitdigest.com/article/best-way-to-power-arduino-boards>
17. Feeding power to Arduino: the ultimate guide, Michele Menniti [электронный ресурс]: <https://www.open-electronics.org/the-power-of-arduino-this-unknown/>

					123.KI(м)-21	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50