

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

(повна назва кафедри)

Бабюк Юрій Іванович
Yurii Babiuk

УДК 004:681.5

Спеціальність 123 «комп'ютерна інженерія»

(шифр та назва спеціальності)

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Розробка засобів дистанційного контролю параметрів теплиць на
основі ESP.
Development of means of remote control of parameters of greenhouses
on the basis of ESP.

Науковий керівник:

доктор технічних наук,

проф. Когут І.Т.

Рецензент:

Кандидат фіз.-мат. наук,
професор кафедри фізики і
хімії твердого тіла
Прокопів В.В.

Івано-Франківськ

2020

<i>Форм.</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>К-ть</i>	<i>Прим.</i>
			123 УДК 004:681.5	Пояснювальна записка	64	

					123.КІ-41.01				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>					
Разробив		Бабюк Ю.І.			Специфікація	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
Перевірів		Когут І.Т.					2	1	
Н. Конт.									
Затвердив									

АНОТАЦІЯ

Темою дипломної роботи є Розробка засобів дистанційного контролю параметрів теплиць на основі ESP.

В роботі було розглянуто та проаналізовано найпопулярніші вузли систем для контролю теплиць, їхню взаємодію та функціонал. Підбрано елементну базу. Результатом виконання дипломного проекту є пристрій який контролює та передає показники в теплиці з функцією дистанційного керування. Основою пристрою є мікроконтролер ESP який взаємодіє з Flask-сервером та системою керування базою даних MongoDB.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОНТРОЛЕР, ДАВАЧ, БАЗА ДАНИХ, FLASK, ESP, I2C, СЕРВЕР.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Бабюк Ю.І.			АНОТАЦІЯ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевірив		Когут І.Т.						1
Н. Контр.		.						
Затвердив								

ABSTRACT

Topic of the diploma work Development of means of remote control of parameters of greenhouses on the basis of ESP.

The most popular units of greenhouse control systems for controlling greenhouses, their interaction and functionality were considered and analyzed in the paper. The result of the graduation project is a device that monitors and transmits indicators in a greenhouse with a remote control function.

KEYWORDS: CONTROLLER, encoder, DATABASE, FLASK, ESP, SERVER.

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Бабюк Ю.І.			АНОТАЦІЯ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірив		Когут І.Т.						1
Н. Контр.		.						
Затвердив								

Державний вищий навчальний заклад
 «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
 Фізико-технічний факультет
 Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

Пояснювальна записка
 до кваліфікаційної роботи на тему
 Розробка засобів дистанційного контролю параметрів теплиць на
 основі ESP.

					123.KI-41.01			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Бабюк Ю.І.			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірив		Когут І. Т.					5	64
Н. Контр.								
Затвердив								

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

МК – мікроконтролер

СКБД – Система керування базою даних

V – Вольт

ЕС – Електро провідність

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВУЗЛІВ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛИЦЬ.....	11
1.1. Системи крапельного поливу.....	11
1.1.1. Підготовка води для поливу і зрошення.....	11
1.1.2. Вузли стабілізація рН (підкидання).....	13
1.1.3. Вузли підігріву води.....	15
1.1.4. Приготування поживного розчину для крапельного поливу.....	16
1.2. Система поливу і дозування добрив. Приклади вузлів змішування.....	17
1.2.1. Змішувальні вузли для овочевих та квіткових культур.....	17
1.2.2. Вузли поливу салатних комплексів методом гідропоніки.....	18
1.2.3. Вузли для поливу розсадних комплексів	19
1.2.4. Розчинювальні вузли для ферментів.....	21
1.3. Система вимірювання параметрів дренажу.....	23
1.3.1. Магістральний трубопровід і крапельна зрошувальна мережа.....	24
1.3.2. Системи рециркуляції дренажу.....	25
1.3.3. Дезінфекція та повторне використання дренажу в поливі.....	25
РОЗДІЛ 2. ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ СИСТЕМИ ДИНАМІЧНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛИЦЬ.....	29
2.1. Вибір мікроконтролера.....	29
2.2. Вибір периферійних пристроїв.....	31
2.2.1. Давач температури та вологості DHT22.....	31
2.2.2. Давач освітленості ТЕМТ6000.....	34
2.2.3. Давач газу MQ-135.....	36
2.2.4. Ємнісний давач вологості газу v1.2.....	38
2.2.5. Модуль ADS1115.....	40
2.2.6. Модуль РСF8574.....	46
2.3. Вибір СКБД.....	48
2.3.1. Філософія бази даних.....	48

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2.3.2. Огляд СКБД.....	49
2.3.3. Шість основних концепцій СКБД MongoDB.....	50
2.4. Вибір фреймворку написання веб сервера.....	51
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ.....	53
3.1. Проектування логіки програми на мікроконтролері.....	53
3.2. Проектування взаємодії ESP з Wi-Fi.....	54
3.3. Проектування взаємодії ESP та веб сервера.....	55
3.4. Зчитування аналогових значень з датчиків за допомогою модуля ADS115.....	57
3.5. Контроль реле за допомогою модуля rcf8574.....	59
3.6. Проектування взаємодії веб сервера та БД.....	61
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
ДОДАТОК А.....	67

ВСТУП

Протягом тисячоліть люди вирощували їстівні рослини з метою їх подальшого споживання. З зростом популяції росли і потреби людини в їжі. А вирощування сільськогосподарських культур вимагає особливих термальних умов, наприклад, температура і вологість навколишнього середовища, кислотність ґрунту та освітленість (кількість ультрафіолету). Недотримання однієї з цих умов призводить до різкого зниження врожайності, а затрати на добрива та воду зростають в рази. Щоб полегшити контроль над ключовими факторами впливу на врожайність, використовують теплиці.

Теплиця – це металево-скляна або металево-пластикова конструкція яка має стіни і дах призначена для вирощування і збільшення кількості сільськогосподарської продукції в весняно осінній період коли погодні умови не дозволяють отримувати декілька врожаїв за рік. На даний момент існує багато видів теплиць. За формою вони бувають малими та великими, квадратними круглими чи прямокутними, одно чи двоскатними. Каркаси можуть бути виготовлені в вигляді шатра, хатинки, арки або мати іншу форму в залежності від потреб. Види теплиць розрізняють за розміром : бувають стандартні і не стандартні. Промислові теплиці відіграють важливу роль в сільськогосподарській промисловості, завдяки їм люди можуть вживати свіжі овочі та фрукти, які містять багато поживних речовин, в любую пору року.

Поява перших теплиць і парників привела до збільшення значної кількості урожайності, і дало змогу вирощувати сільськогосподарські культури які ростуть в тропічних широтах. Але залишилась ще одна не менш важлива проблема – постійна участь людини в обробці культур, їх поливі і підкормці поживними речовинами своєчасному провітрюванні тепличного простору. Розвиток науково-технічного прогресу допомогло автоматизувати деякі процеси, що призвело до полегшення праці людини і збільшення ефективності.

					123.KI-41.01	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будь-яка теплиця, в якій довелося б прикладати мінімальну кількість зусиль для життєзабезпечення та комфортних умов для росту і розвитку рослин, повинна відповідати наступним умовам:

- Автоматична підтримка оптимального температурного режиму в середині теплиці.
- Полив повинен відбуватись своєчасно без участі людини.
- Можливість віддаленого доступу і контролю системи
- Стабілізація рівню CO₂.

Автоматичні системи провітрювання і поливу, авто освітлення давно не новина. Все це працює в повністю автоматизованій теплиці в комплексі і показує відмінні результати. Цим і відрізняються теплиці від парника і оранжереї.

Актуальність цієї теми не підлягає сумніву. Хоча на ринку що року збільшується систем контролю теплиць, але в основному вони орієнтуються на великогабаритні теплиці в той час як одиниці орієнтуються на малі за площею теплиці призначені для власного вжитку

В цій роботі розглянуті методи, принципи та процес виготовлення таких систем, їх функціонування та взаємодія. Також важливу роль відіграє зберігання даних для подальшого аналізу тому в одному з розділів описано взаємодію контролера сервера та бази даних.

Метою даної бакалаврської роботи є розробка пристрою для контролю та коригування параметрів теплиці на основ мікроконтролера ESP8266; наведення алгоритму роботи системи відповідно до умов його функціонування та вимог користувача.

					123.KI-41.01	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВУЗЛІВ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛИЦЬ

1.1. Система крапельного поливу

Крапельний полив по мало споживчій технології для овочевих, квіткових і розсадних комплексів, зволоженням з зворотнім розчином. Важко уявити на сьогоднішній день тепличний комплекс, який не включав би в себе систему крапельного поливу. Ця технологія є чи не найважливішою в даній сфері, завдяки їй під рослину можна подавати строго дозовану кількість добрив і води в заданий час та кількості (пропорції). Сучасний механізм крапельного зрошення включає в себе установку цілого комплексу інженерних систем і мереж що забезпечують рослини в автоматичному режимі підгодівлею добривами та водою. Все технологічне обладнання працює під управлінням однієї комп'ютерної програми, за допомогою якої легко можна проводити контроль процесів поливу в реальному часі, а також переглядати архівні дані і вносити корективи щодо майбутніх поливів.

До системи крапельного поливу входить декілька складових:

- приготування води (фільтрація, нагрів, стабілізація бікарбонатів і т.д.);
- підготовка розчину (вузол для отримання розчину який є основою системи крапленого поливу);
- магістральний трубопровід і мережа крапельного поливу (подача поживного розчину рослинам);
- система повторного використання дренажу (подача використаного розчину знову на полив)ж
- підготування маточних розчинів (розчинення сухих добрив в воді);

1.1.1. Підготовка води для поливу і зрошення

Сучасні технології передбачають високі вимоги до якості поливної води. В ній повинен знаходитись конкретний вміст макро- та мікроелементів

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

а також вміст рН повинен відповідати стандартам. Додатковим чинником являється те, що вода до рослини повинна прибувати відповідної температури. Вузли фільтрації води для поливу – багато рівневі вузли які складаються з пісково-гравійних і дискових фільтрів, очищають воду від механічних частинок до 130 мікрон. Також фільтри допомагають позбутись органічних речовин чи сполук які часто присутні в відкритих водосховищах. Вузол оснащений датчиками які сигналізують про критичне забруднення фільтру, що в свою чергу призводить до своєчасної заміни або промивки, якщо це дозволяє конструкція, відповідного елементу. Фільтрація води в дренажних системах отримала широкий спектр застосування. Вона необхідна для підготовки води перед поливом, для запобігання закупорення капельниць а також для довгострокової та безперебійної роботи інженерного обладнання. Крім того фільтрація використовується в системах рециркуляції дренажного розчину. Загальновідомий факт полягає в тому, що перед повторним використанням дренажу його потрібно продезінфікувати, але будь яка дезінфікуюча машина незалежно від типу, потребує попередньої фільтрації від осаду який знаходиться в дренажі.

Пісково-гравійні фільтри (незалежно від виробника) очищують воду від домішок та осадів, з якими не можуть справитись сітчані чи пластинчасті фільтри. Пристрій виконаний на нержавіючій рамі як незалежна і легко інтегруюча складова в вже існуючі проекти так і в проекти на стадії розробки. Для зручності промивання фільтру виконується в автоматичному режимі.

Додаткове очищення води виконується фільтром призначеним для тонкої очистки (130 мікрон). Надійні та практичні пластинчасті фільтри забезпечують фільтрацію розчину від механічних сполук які більші 130 мікрон. Фільтруючі елементи можна легко промити, що дозволяє багаторазове їх використання. Пристрій може включати в себе насос, який виконує функцію подачі води з накопичувача в вузол для отримання

					123.KI-41.01	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчину, чи використовувати вже наявні насоси. На рисунку 1.1 зображено зовнішній вид вузла фільтрації розчину для поливу. [10]



Рисунок 1.1. Зовнішній вигляд вузла фільтрації розчину для поливу.

1.1.2.Вузли стабілізації рН(підкислення)

Проблема яка найчастіше зустрічається на тепличних підприємствах це високий рівень бікарбонатів в воді. Основний негативний ефект від цих речовин полягає в тому що вони нейтралізують кислоту яка входить в склад рідини для поливу що призводить до складнощів засвоєння корисних речовин коренем рослини. Для цього існує пристрій який автоматизований на нейтралізацію бікарбонатів на етапі підготовки води до поливу. На рисунку 1.2 зображено зовнішній вигляд вузла стабілізації.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рисунок 1.2. Зовнішній вигляд вузла стабілізації рН

Агрономи часто стикаються з проблемою зміни рН підчас поливу, коли змішувач готує розчин відповідно до заданих параметрів а на виході отримуємо розчин з вищим рівнем рН на 0,5-1,0. Така проблема виникає через бікарбонати які містяться в воді. Їх негативний ефект виникає полягає в тому, що вони нейтралізують кислоту підчас руху по трубах від чого і виникає негативний ефект рН в капілярах.

Одна із розробок являє собою спеціальний пристрій який попередньо стабілізує рівень рН. Задача для пристрою полягає в тому, щоб зменшити вміст бікарбонатів в воді шляхом додавання кислоти в резервуар. Основна відмінність від вузла змішування полягає в тому, що пристрій безпосередньо встановлюють поруч з баком для накопичення води. Таким чином, в водосховищі запускається процес іонообміну і бікарбонати нейтралізують кислоту за рахунок чого вони самі зменшуються в кількості. Коли настає момент викачування води зі сховища, вона вже є придатною для поливу рослин, і зміни рН вже не будуть відбуватись в таких масштабах.

					123.KI-41.01	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стабілізатор рН обладнаний автоматикою яка повністю слідкує за процесом. Подвійний контроль рН зводить вірогідність помилок до мінімуму. Широкий Функціонал контролера дозволяє пристрою керувати фільтрацією з автоматичною промивкою а також дає змогу нагрівати воду по заданому графіку. Ви позиціонує стабілізатор рН як закінчений пристрій який має змогу виконувати цілий цикл підготовки води до поливу а також дає змогу інтегрувати його в існуючі системи або проекти які ще розробляються [13]

1.1.3.Вузли підігріву води

Для нормального росту і розвитку рослин розчин який подається на полив повинен бути повної температури. Для контролю процесу нагріву можна використовувати спеціально розроблені вузли підігріву які в свою чергу включають в себе швидкісний теплообмін регуляцію допоміжних приборів та автоматику управління. За заданими настройками оператора пристрій спочатку підігріває рідину а потім зберігає її в температурних межах. Вимоги до температури води варіюються від 18 до 25 градусів в залежності від вирощуваної культури та фази росту рослини. Зазвичай джерелом для поливу рослин слугують скважини які мають температуру 3-7 градусів вище нуля. Це і є основною причиною використання пристрою для прогріву води. Інколи нагрів води здійснюється для всього комплексу що призводить до ряду недоліків. Першим є те, що різні культури потребують різної температури води. Другим не менш важливим це те що в системах рециркуляції дренажу використовують термічний дезінфектор, очищений дренаж може мати температуру близько 27-30 градусів і при змішуванні з водою, впливає на температуру води для поливу.

Функціонал сучасних пристроїв дозволяє оператору машини задавати різні температури для культур навіть якщо для нагріву використовують один і той самий пристрій. Керування температурою здійснюється з допомогою трьохходового змішувального клапану і може здійснюватись як від змішувального вузла так і від автономного. Однією з переваг є наявність

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

засуву в тепломагістралі, яка закривається при завершенні процесу споживання. Це запобігає явище “температурних корків” в середині теплообмінника.

Інтеграція даного вузла в схему дає змогу як нагрівати воду для поливу так і нагріву води в технологічних потребах. На рисунку 1.1.3 зображено зовнішній вигляд вузла нагріву води.[11]



Рисунок 1.3. Зовнішній вигляд вузла нагріву води.

1.1.4. Підготовка поживного розчину для крапельного поливу

Основний етап крапельного поливу відбувається саме в вузлі для змішування. Змішувальний вузол призначений для приготування поживного розчину з заданою концентрацією (ЕС) та з оптимальним значенням рН в наслідок змішування води кислоти та різних мінеральних добрив. Якісне та неперервне змішування цих компонентів відбувається в регульованих інжекційних системах. Автоматика підтримує поживний розчин на певному заданому рівні. В свою чергу полив здійснюється за програмою заданою Агрономом що дає змогу гнучко організувати полив і змішування мінеральних добрив для комфортного росту рослин. Площа яку може обробити змішувач, або впросто народі “міксер”, приблизно рівна 6 Га. Сучасний вузол дає змогу планувати полив до 30 різних ділянок які можуть

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

об'єднувати в собі до 64 клапани. Для кожної зони можна задати унікальний рецепт. Режим зрошування може автоматично корегуватись за інтенсивністю і накопиченню сонячної радіації, по вологості чи по відсотку поверненої рідини з дренажу. Як додатковий функціонал міксер вміщує в собі вираховання усереднених характеристик розчину та запису в даних в базу для подальшого аналізу.[8]

1.2. Система поливу і дозування добрив. Приклади вузлів змішування

1.2.1. Змішувальні вузли для овочевих та квіткових культур.

Цей пристрій виконує функції автоматизованого змішування приготування поживного розчину, планування і проведення крапельного поливу на тепличному підприємстві. На малюнку 4 зображено зовнішній вигляд вузла змішування рідин для крапельного поливу.



Рисунок 1.4. Зовнішній вигляд вузла змішування рідин для крапельного поливу.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Цей пристрій дає змогу організувати індивідуальне транспортування рідин до окремих секцій в теплиці відповідно по часу чи за витратами рідин. За допомогою програмного забезпечення полив може здійснюватись в будь який проміжок доби. Полив може здійснюватись через деякі фактори, такі як сонячна радіація, температура чи вологість повітря і т.д. Керована програмою система дозування мінераловмісних рідин з погляду на концентрацію поживних речовин. Параметри добрив коректуються за показниками подвійної електропровідності (ЕС) і рН розчину і регулювання подачі води. Окрім цього здійснюється контроль витрат самих добрив. Полив здійснюється на протязі доби а також при кожному поливі може змінюватись рецептура. Для систем крапельного поливу, використання відпрацьованих добрив з дренажу, дозволяє попередньо змішувати її з чистою водою та контролювати за допомогою подвійної електропровідності. Контролер кожного дня вираховує загальний час поливу і витрати на нього в загальному та витрати для кожного клапану. Крім цього в базу записуються середньостатистичні показники з давачів (рН, ЕС і температури) поживного розчину.

Принцип функціонування цього вузла полягає в приготуванні оптимального розчину для поливу з урахуванням усіх показників системи. Розчинний вузол виконує роль «серця» системи крапельного поливу і може керувати всім процесом, починаючи від підготовки води, нагріву, фільтрації, закінчуючи контролем вологості і температури повітря і субстрату в теплиці.[8]

1.2.2. Вузли для поливу салатних комплексів методом гідропоніки

Вузол для гідропонних салатних комплексів забезпечує автоматичне приготування живильного розчину, програмовану за часом подачу розчину до стелажів з рослинами, збір і вторинне використання дренажного розчину

					123.KI-41.01	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в гідропонних установках. На рисунку 5 зображено зовнішній вигляд вузла для гідропонних салатних комплексів.[12]



Рисунок 1.5. Зовнішній вигляд розчинного вузла для гідропонних салатних комплексів

Зазвичай такий вузол проводить процес поливу цілодобово. В зв'язку з цим вимоги до вузла ставляться з високими стандартами надійності. Контролер постійно слідкує за вхідними параметрами і на основі отриманих даних корегує добрива.

Розчинний вузол здійснює постійну циркуляцію розчину через гідропонні стелажні установки з зеленими культурами. При необхідності пристрій додає воду в циркуляцію і щомиті виробляє подвійний контроль показників ЕС і рН.[8]

1.2.3. Вузли для поливу розсадних комплексів методом "приплив-відплив".

Вузол для розсадних комплексів забезпечує якісне приготування розчину, планування і організація підтоплення "приплив - відплив" на гідропонних установках. Розчин який пройшов через стелажні гідропонні

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

установки, збирається і може бути використаний повторно в наступному циклі поливу. На рисунку 1.6 зображено конструкцію змішувального вузла для розсадних комплексів.



Рисунок 1.6. Конструкція змішувального вузла для розсадних комплексів.

Цей вузол дозволяє подавати розчин на окремі гідропонні ділянки незалежно один від одного в любий період доби та контролювати витрати добрив. Цей вузол підходить як для гідропонних установок з автоматичним зливом, так і для установок, конструкція яких передбачає автономний клапан зливу.

					123.KI-41.01	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Керована комп'ютером конструкція дозації рідких мінеральних добрив забезпечує приготування живильних розчинів з точно витриманою концентрацією поживних речовин. Параметри живильного розчину підтримуються на заданому рівні за допомогою постійного подвійного вимірювання електропровідності (ЕС) і рН розчину і регулювання подачі хімічних розчинів і води для поливу.

Управління дозації повністю автоматизовано і протягом доби допускає автоматичну зміну рецептури живильного розчину при кожному поливі. Комп'ютер щодня обчислює: загальний час поливу і витрата робочого розчину за день, час поливу і витрата розчину через кожен клапан. Крім того, проводиться щоденне усереднення параметрів (ЕС, рН і температури) живильного розчину, що пройшов через кожен клапан поливу. Потім ці дані можуть бути використані для покращення технології та збільшення продуктивності.

Принцип роботи вузла складається в виготовленні живильного розчину по заданих параметрах подвійної електричної провідності і рівня рН, шляхом змішування з водою двох або більше хімічних розчинів і кислоти. Змішання води з хімічними розчинами і кислотою відбувається в регульованих інжекційних змішувачах. Особливістю розчинного вузла для розсадних комплексів є можливість повної рециркуляції маточного розчину, для цього на вході в вузол встановлений додатковий датчик концентрації.

Контроль управління щомиті реєструє концентрацію і рівень рН живильного розчину і підтримує їх на заданому рівні. Дозволяє оптимально організувати збалансоване харчування рослин.[9]

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

1.2.4. Розчинювальні вузли для ферментів

Вже деякий час в асортименті професійного обладнання для промислових теплиць існує розчинювальний вузол для ферментів. На рисунку 1.2.3 зображено зовнішній вигляд розчинювального вузла для розсадних комплексів.



Рисунок – 1.7. Зовнішній вигляд розчинювального вузла для ферментів

Зазвичай такі пристрої використовують спеціалісти які мають в розпорядженні теплиці площею від 1000 до 5000 кв.м. Розчинювальний вузол FD-405M призначений для приготування поживного розчину, проведення і планування крапельного поливу в теплицях. Застосування такого пристрою дозволяє заощадити на добривах, отримати строго дозований полив під кожен рослину, підвищити якість і кількість продукції, що випускається. Даний пристрій широко використовується європейськими та азійськими агрономами. Програмне забезпечення дає змогу планувати та здійснювати полив на протязі доби. Програмні можливості системи

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

дозволяють здійснювати полив враховуючи різні фактори впливу, такими як : кількості сонячної радіації, температури, вологості повітря та ін. Керована комп'ютером система дозації рідких мінеральних добрив забезпечує приготування поживних розчинів з точно витриманою концентрацією поживних речовин. Параметри поживного розчину підтримуються на встановленому рівні за допомогою подвійної електропровідності (ЕС) і рН розчину, регуляції подачі концентратів та води. Важливою перевагою даного пристрою є те що пристрій дає змогу підключати до нього датчики температури та вологості що дозволяє контролювати клімат в середині теплиці.

Розчинювальний вузол забезпечує приготування живильного розчину заданої концентрації поживних речовин (ЕС) і з оптимальним значенням кислотності (рН), шляхом змішування з водою двох або більше концентрованих розчинів і кислоти. Змішування води з добривами і кислотою забезпечують спеціалізовані насоси. Мікроконтролер контролює параметри живильного розчину і підтримує їх на заданому рівні.

1.3. Система вимірювання параметрів дренажу

Строгий та гарантований контроль за технологіями вирощування несе за собою, як наслідок, отримання максимального врожаю. Одним з найважливіших параметрів, що вимагають контролю, є одержуваний в процесі поливу дренаж. На рисунку 1.3.1 зображено зовнішній вигляд системи для зчитування показників дренажу.

					123.KI-41.01	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.8. Зовнішній вид системи вимірювання показників дренажу

Можливості системи припускають реєстрацію часу початку і закінчення поливу, вимірювання об'єму дренажу, (ЕС) і рН, відсотки дренажу від загального обсягу поливу. Наявність таких даних дозволить найбільш точно розрахувати майбутні режими роботи концентрацію добрив в розчині для поливу, кількість води, що передбачить висихання коріння та багато не менш важливих параметрів. Одночасно ця інформація заноситься в базу даних та архівується для подальшого аналізу. Особливість даного пристрою є те що вона контролює дренажний розчин не з одного мата, а з цілої грядки (від 120 рослин). Такий спосіб дає змогу отримати загальну картину в цілому. Ця система є високо надійною та не потребує особливого догляду за нею. Вона являє собою завершений проект, що дає змогу інтегрувати її в існуючі проекти та використовувати в розробці майбутніх, та виконує незалежно поставлені задачі.

Вимірювання обсягу вираховується завдяки безтисковому витратоміру з точністю вимірювання 40мл. Параметри ЕС і рН контролюються стандартними датчиками. Користувач перед використанням системи вводить дані про кількість контрольованих рослин. Ці дані поряд з

					123.KI-41.01	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виміряними даними про загальну кількість дренажу дозволяють автоматично обчислювати обсяг дренажу зібраний з однієї рослини. Для обчислення одного з найважливіших показників - відсотки дренажу до поливу пристрою необхідні дані про норми поливу. І в тому випадку, коли для поливу використовується розчинний вузол, система дренажного вимірювання автоматично підключається до нього і зчитує необхідну інформацію, в інших же випадках коли для поливу використовується розчинний вузол сторонньої компанії вузлу вимірювання додатково підключається водяний лічильник, автономно що вимірює об'єм поливу.[10]

1.3.1.Магістральний трубопровід і крапельна зрошувальна мережа

Розподільна мережа забезпечує рівномірне надходження розчину до кожної рослини за допомогою комплексу трубопроводів і крапельниць. Поживний розчин з розчинного вузла надходить в магістральний трубопровід. Далі через регульовальні вентиля і електромагнітні клапани, керований контролером, розчин надходить в роздатковий трубопровід, розташований на краях теплиці. Магістральний трубопровід з'єднаний з поліетиленовими грядковими рукавами, на яких розташовані крапельниці. Сучасне крапельне зрошення передбачає установку індивідуальних крапельниць під кожну рослину. Завдання крапельниці забезпечити постійну строго дозовану подачу живильного розчину, що не залежить від тиску в магістралі, а також припинити подачу відразу після закінчення поливу, залишаючи заповнену магістраль. І на сьогоднішній день крапельниця, не дивлячись на її простий зовнішній вигляд - це складна деталь, що складається з лабіринтів, мембран і т.д. На материнських крапельницях встановлені поліетиленові мікротрубки, які з'єднані з кілочком для установки біля кореня рослини. Фрагмент крапельної мережі, підключений через електромагнітний клапан, може керуватися за індивідуальною програмою, з необхідною концентрацією ЕС і рН. Як правило, на один гектар встановлюється 4 клапана, а на 2 гектара відповідно 8 клапанів

					123.KI-41.01	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поливу. Крім того, випускаються розчинні вузли для краплинного поливу, які дозволяють одночасно поливати половину гектара, або 3 Га за світловий день.[11]

1.3.2 Системи рециркуляції дренажу

Невід'ємною частиною системи поливу, на сьогоднішній день, стає обладнання для рециркуляції дренажних вод. Це обумовлено, в більшій мірі, вимогами екологічних служб, але також дозволяє економити воду і добрива. Дані про процес рециркуляції також відображаються на персональному комп'ютері.

1.3.3. Дезінфекція і повторне використання дренажу в поливі

Сучасні екологічні вимоги до технології вирощування овочів, квітів та інших культур в теплицях передбачають використання оборотної системи поливу рослин без скидання дренажу в навколишнє середовище. Використання дренажного розчину, одержуваного в результаті поливу рослин, напряду не допускається оскільки у зв'язку з ймовірною небезпекою зараження рослин патогенними захворюваннями, що може привести до серйозних втрат врожаю. У той же час, недотримання екологічних норм і вимог тягне за собою фінансове покарання, яке зростає з року в рік, а в деяких випадках веде до кримінальної відповідальності. Вирішення з цієї проблеми є, і полягає у використанні технології дезінфекції дренажних розчинів і повторного їх використання.

Використання запропонованої технології не тільки узаконить всі процеси на виробництві а й дасть змогу зекономити понад 30% води та добрив.

Повторне використання дренажу можна умовно поділити на декілька етапів:

- Збір дренажних вод в приямки ;
- Передача в ємність зберігання неопрацьованого дренажу ;

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- Дезінфекція та відправлення в ємність для обробленої рідини;
- Змішання дренажу з водою призначеною для поливу;

Збір дренажу в теплиці

Практично всі сучасні теплиці використовують жолоби(лотки) для вирощування рослин. Для такої технології збір дренажу не представляє жодної проблеми: вихід кожного лотка з'єднується з магістральним трубопроводом, що йде або у поперек теплиці, або уздовж доріжки. Магістральний трубопровід укладається під землею з ухилом в бік дренажного приямку, який представляє собою ємність об'ємом 1-3 м³ в залежності від площі, з якої збирається дренаж. Як правило, на кожному теплицю встановлюється по одному дренажному приямку, але при великих площах (більше 3 га) буває і кілька.

Перекачування в ємність не фільтрованого (брудного) дренажу

Спеціальний дренажний насос, встановлений в приямку, перекачує дренаж в ємність призначену для брудного дренажу. При цьому дренаж фільтрується від механічних домішок і залишків субстрату. Зазвичай в проектах використовуються двоступенева попереднє очищення, що складається з піщано-гравійного і дискового фільтрів. Бак необробленого дренажу являє собою, як правило, збірну ємність, яка має полімерне внутрішнє покриття з високою стійкістю до агресивних середовищ. Зверху ємність накривається покриттям, яке запобігає появі подорослів, для уникнення і виникнення органічних сполук.

Дезінфекція дренажу

Частина води для поливу, пройшовши через кореневу систему рослини, і збираючись у вигляді дренажу, може містити в собі патогени (грибки, віруси, бактерії), і для того щоб не поширити локальні джерела хвороб на всю теплицю, вода повинна бути продезінфікована. Зробити це, звичайно необхідно, перед тим як дренаж буде повторно використаний для поливу рослин. Очистка дренажу здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв - дезінфекторів. На сьогоднішній день існує кілька способів

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

зnezараження води, найбільш поширені з них це термічна обробка і обробка ультрафіолетом.

Конструкція збору і рециркуляції дренажу легко монтується на підвісних лотках.

- термічний дезінфектор здійснює обробку шляхом нагрівання дренажної води до температури близької до кипіння 85 градусів і підтримує її при такій температурі 3-4 хвилини. Після чого за принципом рекуперації дезінфектор охолоджує дренажну воду до температури близької з початковою;

- ультрафіолетовий дезінфектор здійснює обробку шляхом опромінення води високою дозою ультрафіолетового випромінювання. Величина дози контролюється спеціальним датчиком, і в залежності від вимог агрономів може бути встановлена в межах від 50 до 250 мДж / см².

Після проходження дезінфекції розчин накопичується в ємності для очищеного дренажу, з якої він може бути використаний для поливу. Безпосередньо процес використання дренажу здійснюється наступним чином: в залежності від завдання агронома спеціальний пристрій, назване вузлом змішування, переміщує воду і дренаж в потрібній пропорції і подає в розчинний вузол. А вже розчинний вузол додає лише невелику частину добрив, яких бракує в первісній суміші. Змішування здійснюється на базі заданого рівня ЕС суміші (показника наявності добрив), що вигідно відрізняє від змішування на базі пропорцій, так як чітко витримана концентрація на вході в розчинний вузол дає можливість агроному точно розрахувати яку кількість мікро- і макроелементів присутній у вхідному розчині. А це, в свою чергу, дає можливість точніше планувати рецептуру для добрив.[9]

					123.KI-41.01	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ СИСТЕМИ ДИНАМЧНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛИЦЬ.

2.1. Вибір мікроконтролера

ESP8266 — мікроконтролер китайського виробника Espressif з інтерфейсом Wi-Fi. Окрім Wi-Fi, мікроконтролер відрізняється можливістю виконувати програми з зовнішньої флеш-пам'яті з інтерфейсом SPI.

Espressif's ESP8266 пропонує високо інтегроване рішення Wi-Fi SoC для задоволення постійних потреб користувачів щодо ефективного енергоспоживання, компактного дизайну та надійної роботи в галузі Інтернет речей.

Завдяки повному та автономному функціонуванню мережі Wi-Fi, ESP8266 може працювати як окремий додаток, так і як підлеглий хосту MCU. Коли ESP8266 розміщує програму, вона швидко завантажується із пам'яті. Вбудований високошвидкісний кеш допомагає збільшити продуктивність системи та оптимізувати системну пам'ять. Також ESP8266 можна застосувати до будь-якої конструкції мікроконтролера як адаптер Wi-Fi через інтерфейси SPI / SDIO або UART.

ESP8266 інтегрує антенні вимикачі, радіочастотний підсилювач, підсилювач потужності, підсилювач низького шуму, фільтри та модулі управління потужністю. Компактна конструкція мінімізує розмір друкованої плати і вимагає мінімальних зовнішніх схем.

Окрім функцій Wi-Fi, ESP8266 також інтегрує вдосконалену версію 32-бітового процесора серії Tensilica L106 Diamond та мікросхема SRAM. Яку можна буде з'єднати із зовнішніми датчиками та іншими пристроями через GPIO. Комплект програмного забезпечення (SDK) надає зразкові коди для різних застосувань.[1]

Платформа інтелектуального підключення Espressif Systems (ESCP) забезпечує складні функції, зокрема:

- Швидкий перехід між режимом сну та пробудження для енергоефективних цілей;

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- Адаптивне зміщення радіо для роботи з низькою потужністю
- Попередня обробка сигналу
- Механізми приглушення відгалуження і співіснування радіочастот для звичайної стільникового зв'язку, Bluetooth, DDR, LVDS, LCD.

Основні функції Wi-Fi

- Підтримка 802,11 б / г / н
- Підтримка 802.11 n (2,4 ГГц), до 72,2 Мбіт / с
- Дефрагментація
- 2 x віртуальний інтерфейс Wi-Fi
- Автоматичний моніторинг маяка (апаратний TSF)
- Підтримка інфраструктури в режимі станції BSS / в режимі SoftAP.

Характеристики:

- 802,11 б / г / н;
 - вбудований 32-бітний MCU з низьким енергоспоживанням;
 - вбудований 10-бітний АЦП;
 - вбудований стек протоколів TCP / IP;
 - вбудований РЧ комутатор, РЧ трансформатор опорів, LNA, підсилювач потужності;
 - вбудовані блоки ФАПЧ і управління потужністю;
 - Wi-Fi 2,4 ГГц, підтримка WPA / WPA2;
 - SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IRDA, PWM, GPIO;
 - STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO;
 - споживання в режимі глибокого сну <10 мкА, струм витоку в вимкненому режимі <5 мкА;
 - пробудження і передача пакетів через <2 мс;
 - вихідна потужність +20 дБм в режимі 802.11b;
 - діапазон робочих температур: -40 - 125 °С
- Сфери Застосування:
- Побутова техніка
 - Домашня автоматизація

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- Розумні розетки та ліхтарі
- Промислове бездротове управління
- Дитячі монітори
- IP камери
- сенсорні мережі
- Переносна електроніка
- Пристрої, орієнтовані на розташування Wi-Fi
- Теги ідентифікаторів безпеки
- маячки системи Wi-Fi

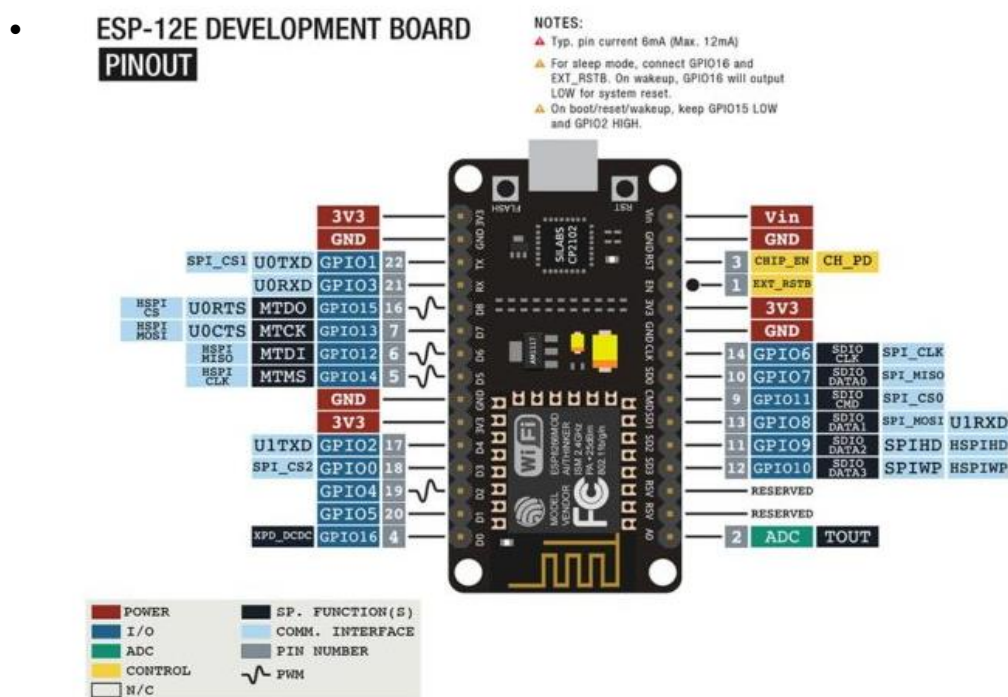


Рисунок 2.1. Зовнішній вигляд плати ESP8266 та значення виводів.

2.2. Вибір периферійних пристроїв

2.2.1 Давач температури та вологості DHT22

Цифровий датчик температури і вологості підвищеної точності. Датчик DHT22 має заводське калібрування і характеризується низьким енергоспоживанням

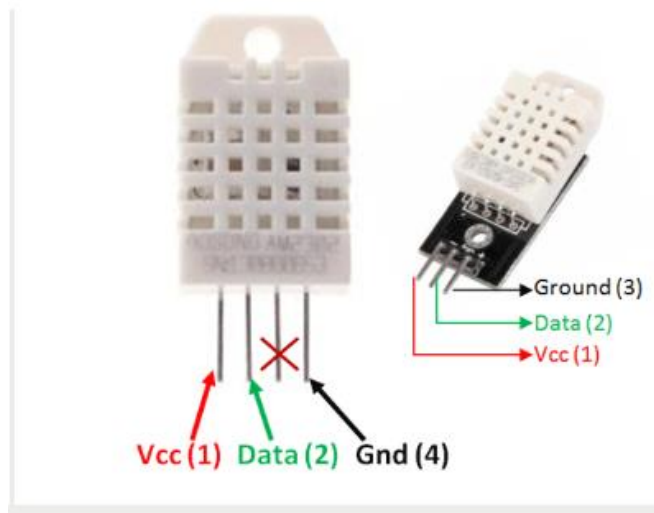


Рисунок 2.2. Зовнішній вигляд датчика та модуля DHT22

Ідентифікація та налаштування контактів:

- Vcc – контакт для живлення від 3,5 до 5,5 В
- Data – контакт для виводу температури та вологості через серійні дані
- Ground - земля

Технічні характеристики DHT22

- Робоча напруга: від 3,5 до 5,5 В
- Робочий струм: 0,3mA (вимірювальний) 60uA (в режимі очікування)
- Вихід: Серійні дані
- Діапазон температур: від -40 ° C до 80 ° C
- Діапазон вологості: від 0% до 100%
- Роздільна здатність: температура і вологість є 16-бітними
- Точність: $\pm 0,5$ ° C та $\pm 1\%$

Різниця між давачем DHT22 і модулем:

Датчик DHT22 є наступником модуля DHT11, його можна придбати як датчик, або як модуль. У будь-якому випадку продуктивність датчика однакова. Датчик вийде у вигляді 4-контактного пакету, з якого буде використано лише три штирка, тоді як модуль матиме лише три штирка.

Єдина відмінність між датчиком і модулем полягає в тому, що в модулі буде вбудований конденсатор фільтрування і резистор, що підтягується, а для датчика потрібно використовувати їх зовні, якщо потрібно.

Модуль трохи затратний, ніж DHT11, але він має більший діапазон вимірювання та трохи кращу точність.

Де використовується датчик DHT22. DHT22 є широко використовуваним датчиком температури і вологості. Датчик оснащений спеціальним NTC для вимірювання температури та 8-бітовим мікроконтролером для виведення значень температури і вологості в якості серійних даних. Датчик також відкалібрований на заводі, а отже, легко взаємодіяти з іншими мікроконтролерами.

Датчик може вимірювати температуру від -40°C до 80°C і вологість від 0% до 100% з точністю $\pm 1^{\circ}\text{C}$ і $\pm 1\%$. Отже, якщо потрібно виміряти в цьому діапазоні, то цей датчик може бути правильним вибором для цієї задачі.

DHT22 датчик відкалібрований і виводить послідовні дані і, отже, це дуже легко встановити його. Схема підключення цього датчика наведена нижче.

					123.KI-41.01	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

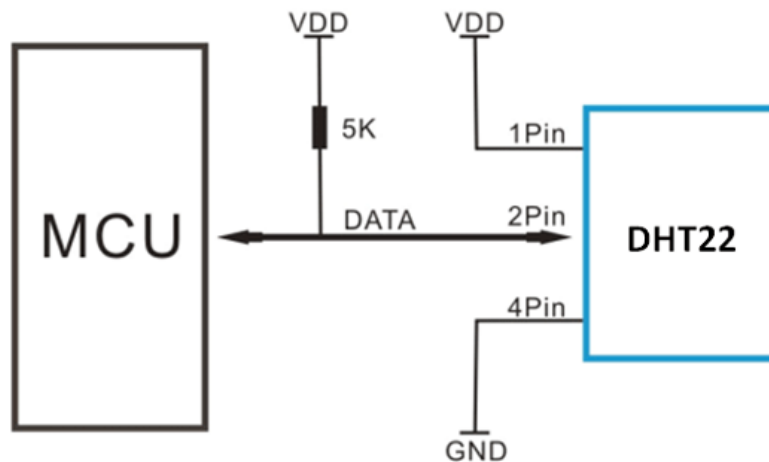


Рисунок 2.3. Схема підключення датчика

Як можна побачити, контакт підключається до вводу-виводу MCU і використовується 5КОм підтягуючий резистор. Цей контакт передає дані. Якщо виникає потреба в поєднанні DHT22 з Arduino, або іншим контролером тоді для нього є готові бібліотеки, які дадуть можливість швидко це зробити.

Якщо намагатись інтерфейсувати модуль з контролером, з деяким іншим MCU, то таблиця даних, наведена нижче, стане у нагоді.[4]

2.2.2.Датчик Освітленості ТЕМТ6000

Світлові датчики мають найрізноманітніші практичні можливості в сучасну епоху, особливо це стосується пристроїв з автоматичною яскравістю для екранів та цифрових камер для регулювання експозиції. Завдяки простоті використання датчик ТЕМТ6000 можна використовувати в різноманітних проектах.

Як випливає з назви, датчик світла ТЕМТ6000 виявить яскравість його оточення. Хоча існує багато властивостей світла, які можуть допомогти класифікувати його яскравість, ТЕМТ6000 вимірює освітленість (вимірюється в люксах (lx), часто позначається як (Ev). ТЕМТ6000 дуже інтуїтивно зрозумілий: яскравіше еквівалентно більше струму, темніше на аналоговому порті буде менше струму.



Рисунок 2.4. Зовнішній вигляд датчика ТЕМТ6000

Ідентифікація та налаштування контактів:

- Vcc – Напруга колектора (не повинна перевищувати 6В)
- SIG – Вихідна напруга з дільника
- Ground – земля

Будучи фототранзистором, цей датчик діє так само, як і будь-який інший транзистор NPN - чим більше вхідного світла на базу, тим більше струм, який може протікати від колектора до випромінювача. Тільки світло, що потрапляє у видимий спектр (390–700 нм), змінить Базу. Інфрачервоне, ультрафіолетове або будь-яке інше світло, якого ми безпосередньо не можемо побачити, не вплине на датчик. Цей датчик може обробляти напруги як від 5В, так і від 3,3 В.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Для того, щоб зробити вимірювання світла якомога простішим, цей датчик був розміщений на платі разом із дільником напруги. ТЕМТ600 виконує функцію одного з резисторів у дільниці, і, коли світло, що потрапляє на нього, змінюється, також впливає напруга на штирі SIG. Щоб прочитати цю напругу, просто потрібно підключити SIG на ТЕМТ6000 до будь-якого контакту аналого-цифрового перетворення на мікроконтролері.

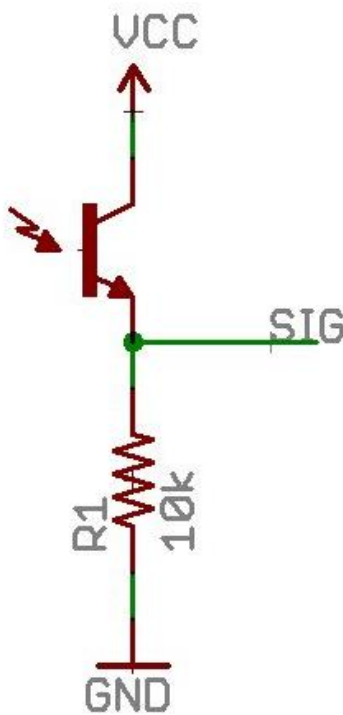


Рисунок 2.5. Графічне зображення давача ТЕМР6000

Значення напруги, повернуте зі штифта SIG, буде змінюватися залежно від того, яка напруга використовується для живлення датчика та залежно від роздільної здатності АЦП.[5]

2.2.3 Давач газу MQ-135

Датчик MQ-135 відноситься до напівпровідникових приладів. Принцип роботи датчика заснований на зміні опору тонкоплівкового шару діоксиду олова SnO₂ при контакті з молекулами визначального газу. Чутливий елемент давача складається з керамічної трубки з покриттям Al₂O₃ і нанесеного на неї чутливого шару діоксиду олова. Всередині трубки

проходить нагрівальний елемент, який нагріває чутливий шар до температури, при якій він починає реагувати на визначений газ. Чутливість до різних газів досягається варіюванням складу домішок в чутливому шарі.



Рисунок 2.6. Зовнішній вигляд давача MQ135

Ідентифікація та налаштування контактів:

- VCC - Використовується для живлення датчика, як правило, робоча напруга становить + 5В.
- Ground - Використовується для підключення модуля до системного заземлення.
- Digital Out - Також можна використовувати цей датчик для отримання цифрового виводу з цього контакту, встановивши порогове значення за допомогою потенціометра
- Analog Out - Цей штифт виводить аналогову напругу 0-5В на основі інтенсивності газу.

Вибір між датчиком і модулем Що стосується вимірювання або виявлення конкретного газу, датчики серії MQ Газові датчики є найдорожчими та часто використовуваними. MQ135 доступний як модуль або як тільки датчик. Якщо потрібно лише виявити (не вимірюючи PPM) наявність газу, то можна придбати його як модуль, оскільки він постачається

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

з компаратором підсилювача та цифровим вихідним штифтом. Але якщо планується вимірювати кількість PPM газу, рекомендується купувати датчик самостійно без модуля.

Газові датчики MQ-135 використовуються в обладнаннях контролю якості повітря і підходять для виявлення або вимірювання NH₃, NO_x, алкоголю, бензолу, диму, CO₂. Модуль датчиків MQ-135 оснащений цифровим штифтом, завдяки чому цей сенсор може працювати навіть без мікроконтролера, і це стане в нагоді, коли потрібно виявити лише один конкретний газ. Якщо потрібно виміряти гази в PPM, потрібно застосувати аналоговий штифт. Аналоговий штифт працює на TTL і працює на 5 В, тому його можна використовувати з найбільш поширеними мікроконтролерами. Якщо потрібно датчик для виявлення або вимірювання загальних газів якості повітря, таких як CO₂, дим, NH₃, NO_x, алкоголь, бензол, то цей датчик може бути правильним вибором для цієї задачі.

Для виявлення газів можна використовувати цифровий або аналоговий контакти. Просто ввімкнути модуль 5В, також на модулі присутній індикатор живлення, що світиться, і коли газ не виявлено, вихідний світлодіод залишатиметься вимкнутим, тобто цифровий вихідний контакт буде 0В. Головне пам'ятати, що ці датчики потрібно утримувати протягом попереднього нагрівання перш ніж реально працювати з ним. Після прогріву давача його можна експлуатувати помістивши в середовище де потрібно зробити виміри і подавши напругу на призначені для цього виводи. На аналоговому порті появиться напруга яка залежить від концентрації цього газу. Цифровий вихід залежить від налаштувань реостата. Тепер щоразу, коли давач буде введений у цей газ у цій конкретній концентрації, цифровий штифт піде на високий рівень (5 В), інакше залишиться низьким (0 В).[6]

2.2.4. Ємнісний давач вологості ґрунту v1.2

Це аналоговий ємнісний датчик вологості ґрунту, який вимірює рівень вологості ґрунту за допомогою ємнісного зондування, тобто ємність

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

змінюється залежно від вмісту води в ґрунті. Ємність перетворюється на рівень напруги в основному від 1,2 В до 3,0 В максимум. Перевага ємнісного датчика зволоження ґрунту в тому, що вони виготовлені з корозійно-стійкого матеріалу, що дає йому тривалий термін експлуатації.



Рисунок 2.7. Зовнішній вигляд ємнісного датчика вологості ґрунту

Особливості та характеристики

1. Підтримується 3-контактний інтерфейс датчика
2. Аналоговий вихід
3. Робоча напруга: постійний струм 3,3-5,5 В
4. Вихідна напруга: DC 0-3.0V
5. Інтерфейс: PH2.0-3P
6. Розмір: 99x16мм / 3,9 × 0,63 "

Нижче наведена схема обладнання для ємнісного датчика вологості ґрунту.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

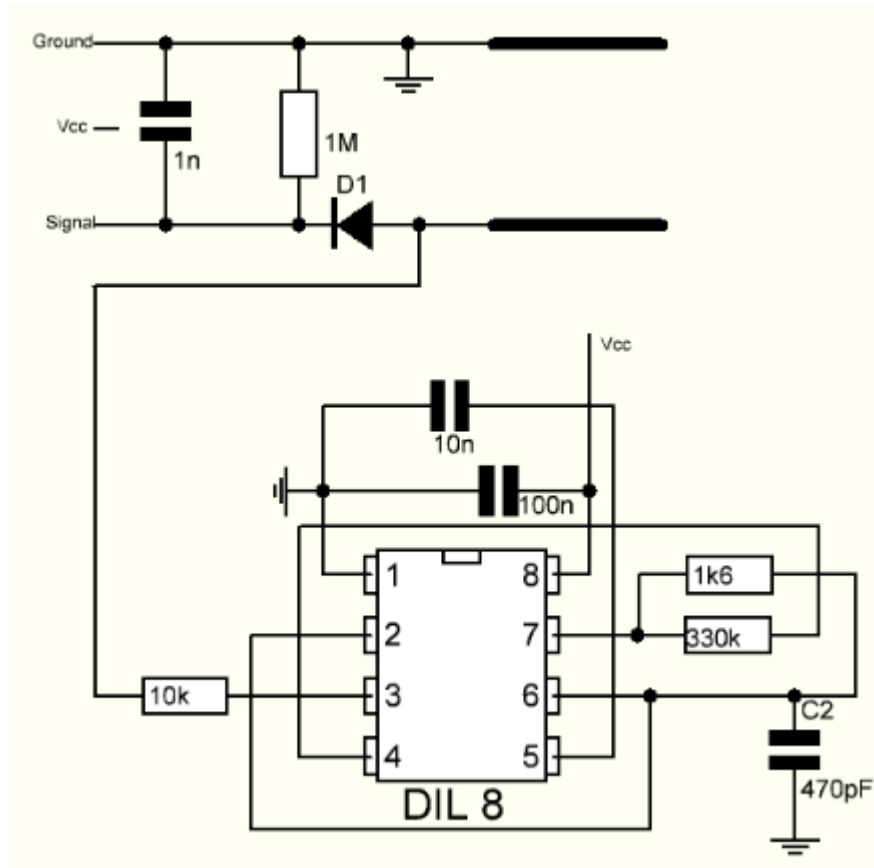


Рисунок 2.8 Графічне зображення схеми ємнісного давача вологості ґрунту.

На платі пристрою розміщений частотний генератор, який вбудований з 555 таймером. Потім утворена квадратна хвиля подається на датчик, утворена конденсатором. Для квадратного хвильового сигналу, що подається з конденсатора, проте, має певний реактивний опір, який утворює дільник напруги з резистором (10К один на виводі 3). Чим більше вологість ґрунту, тим вища ємність датчика. Отже, спостерігається менша реакційна здатність до квадратної хвилі, тим самим знижується напруга на сигнальній лінії. Напруга на аналоговому контактному штирі можна виміряти за допомогою аналогового штифта на Arduino, який представляє вологість у ґрунті.[7]

2.2.5 Модуль ADS1115

ADS1115 - це точний 16-бітний АЦП з чотирма мультиплексованими входами. Ви можете використовувати кожен вхід самостійно або парами для

диференціальних вимірювань. Він має внутрішню калібровку для високої точності.

Нерідко в радіоаматорського практиці виникає необхідність виміряти напругу на якій-небудь ділянці ланцюга з подальшою оцифруванням і аналізом отриманого результату. Для цих цілей використовують аналогово-цифрові перетворювачі, які переводять величину напруги в його числовий еквівалент, зрозумілий мікроконтролеру.

Всі хто коли-небудь працював з платформами Arduino, напевно знають, що вона оснащена 10-бітовим аналогово-цифровим перетворювачем (АЦП), підключеним до пінам А0-А7 в якості альтернативної функції портів введення / виводу. Але найчастіше можливостей цього АЦП не вистачає, коли точність, швидкість і гнучкість вимірювань критична для конкретного проекту. Що стосується плати ESP то вона має всього один аналоговий вихід.

Модуль 16-бітного АЦП ADS1115 позбавлений перерахованих вище недоліків. Крім цього він має внутрішнє джерело опорної напруги, програмовану частоту дискретизації, що настраюється коефіцієнт посилення, вбудований компаратор і можливість виконувати вимірювання в 2-х режимах, прямому і диференціальному.

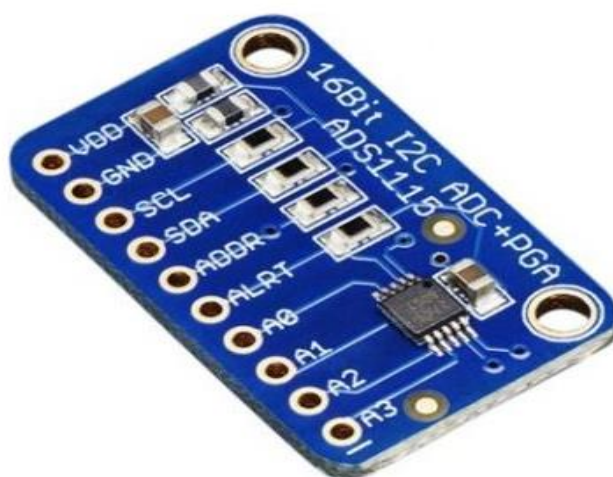


Рисунок 2.9. Зовнішній вигляд модуля ADS1115

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Як видно з вищенаведеного рисунка, модуль містить 10 виводів, короткий опис яких наведено нижче:

- VDD і GND відповідають за харчування мікросхеми ADS1115. Модуль може працювати в діапазоні від 2В до 5.5В.
- Наявність виводів SCL і SDA говорить про те, що модуль спілкується з ведучим пристроєм по протоколу I2C. Додатково встановлювати підтягує резистори на шину немає необхідності, так як вони вже передбачені в конструкції модуля.
- ADDR - задає один з 4-х можливих адрес модуля. Ця функція має сенс при використанні декількох ADS1115 на одній шині I2C.
- ALERT - вихід компаратора, який зручно використовувати для оповіщення керуючого пристрою.
- A0, A1, A2, A3 - входи АЦП, які можуть бути налаштовані як 4 одиночних каналу або 2 диференціальних. В останньому випадку з'являється можливість вимірювати різницю потенціалів між висновками A0-A1 і A2-A3.

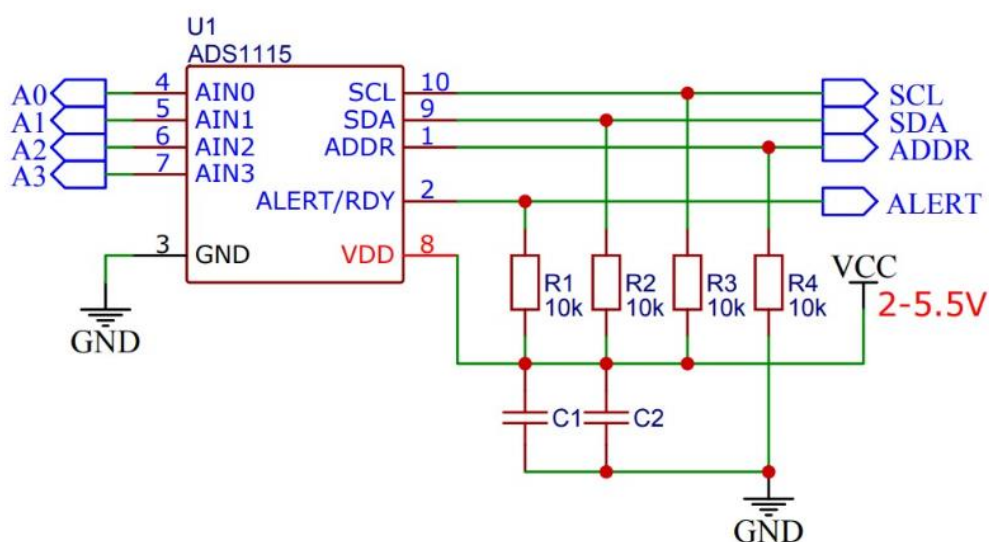


Рисунок 2.10. Електрична схема модуля ADS1115

Конденсатори C1 і C2 призначені для усунення перешкод в ланцюзі живлення мікросхеми АЦП. Резистор R1 підтягує вихід компаратора до низького рівня. Отже, сигнал оповіщення буде еквівалентний логічній одиниці. Резистори R2 і R3 підтягують I2C шину до рівня харчування, що звільняє користувача від застосування зовнішніх опорів.

Як згадувалося раніше, модуль ADS1115 може мати один з 4-х можливих адрес в залежності від того, куди підключений висновок ADDR. Зі схеми видно, що він притягнутий резистором R4 до мінуса харчування, що за замовчуванням присвоює модулю адреса 0x48. Для зміни адреси, висновок ADDR підключають по одному з варіантів наведених нижче.

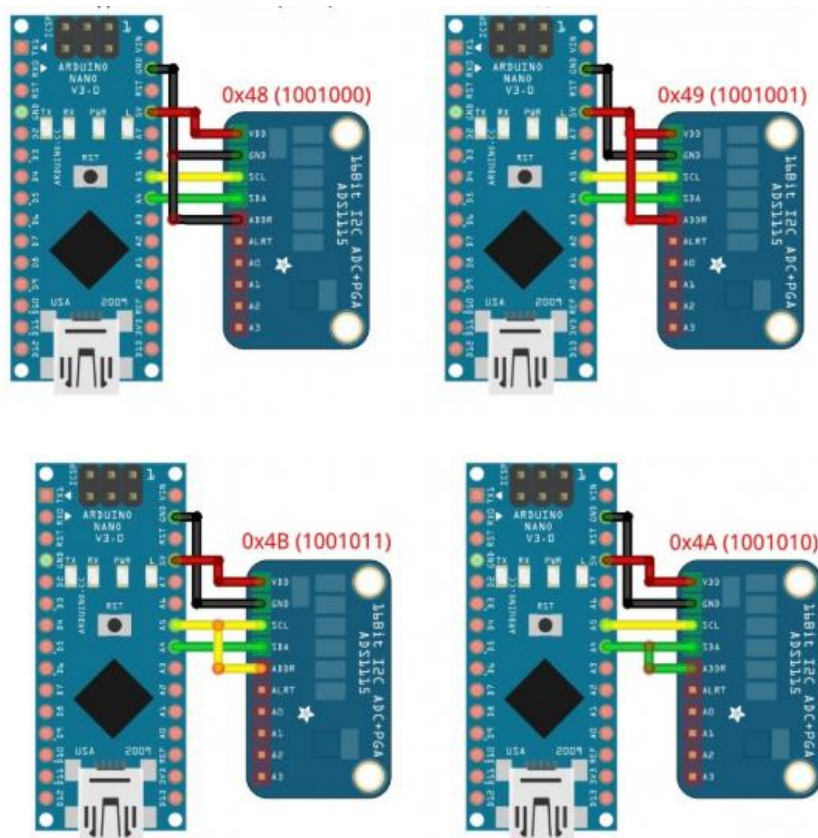


Рисунок 2.11. Варіанти вибору адреси ADS1115

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що на одній шині I2C можуть бути присутніми одночасно 4 модуля ADS1115. Цього

більш ніж достатньо для більшості мікроконтролерних проектів, з огляду на те, що кожен модуль має по кілька каналів.

В цілому, кожна мікросхема ADS1115 має в своєму складі 4 аналогових входу (A0, A1, A2, A3). Залежно від налаштувань, ці входи можуть використовуватися як 4 одиночних каналу вимірювання або як 2 диференціальних. У диференціальному режимі напруга міряється між входами A0-A1 і A2-A3. На малюнку №4 показана внутрішня структура мікросхеми ADS1115.

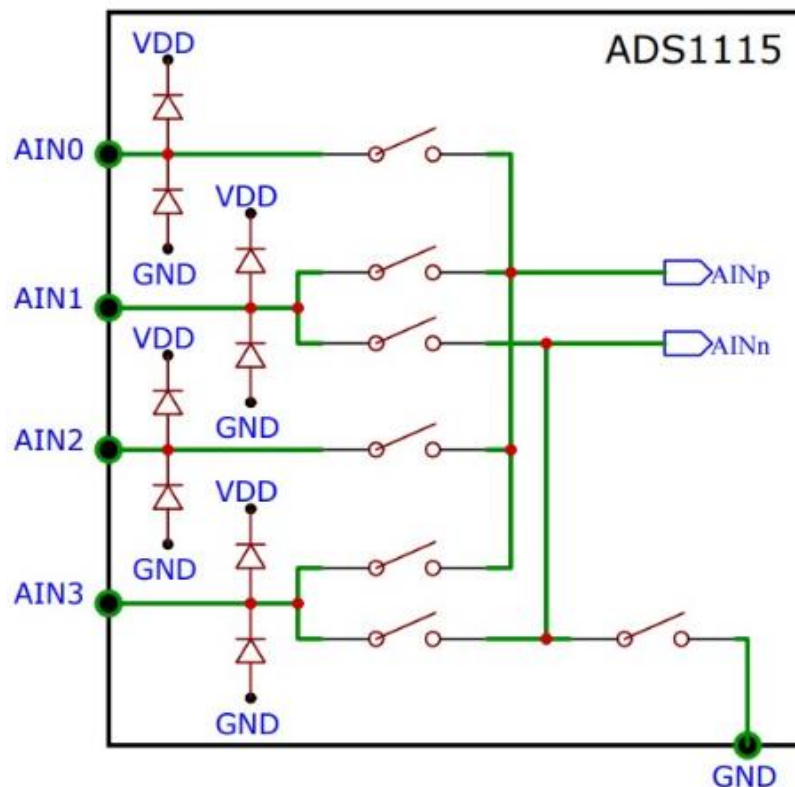


Рисунок 2.12. Графічне зображення структурної схеми чіпу ADS1115

Дивлячись на схему, можна зробити висновок, що необхідна конфігурація аналогових входів налаштовується за допомогою внутрішнього мультиплексора, умовно позначеного як контакти реле. У кожен момент часу щодо внутрішнього АЦП AINp і AINn може бути виставлена тільки одна певна конфігурація.

У разі використання диференціального режиму, діє одне правило: при $AIN_p > AIN_n$ напруга визначається як позитивна, а якщо $AIN_p < AIN_n$ - напруга буде негативною.

Якщо ж виставлений режим одиночних (несиметричних) входів, то вимірювання будуть проводитися виключно між позитивним вхідним сигналом і загальним проводом ADS1115. В даному режимі виміряти негативну напругу не представляється можливим.

Незалежно від обраного режиму, після надходження вхідного сигналу в вимірювальний тракт АЦП, у користувача з'являється можливість посилити його за допомогою вбудованого апаратного підсилювача PGA з різними коефіцієнтами підсилення. Усього доступно 6 рівнів масштабування. Кожен з них задає верхню межу вимірюваної напруги, виходити за рамки якого строго не рекомендується. Те ж саме стосується і напруги живлення модуля - воно має дорівнювати або більше максимальної межі вимірювань.

Також модуль володіє такими технічними характеристиками :

- Напруга живлення: 2V - 5,5V;
- Мінімальне споживання струму: 150 мкА;
- Роздільна здатність: 16 біт;
- Тип інтерфейсу: I2C (адреса 0x48, 0x49, 0x4A, 0x4B);
- Кількість входів: 4 несиметричних або 2 диференціальних;
- Внутрішній підсилювач PGA: до x16;
- Напруга зсуву: 100мкВ;
- Настроюється швидкість обробки даних: 8-860 вибірок / сек.
- Вихідний програмований компаратор;
- Діапазон робочих температур: -40°C...+125°C;
- Тип корпусів мікросхеми: X2QFN-10 або VSSOP-10;
- Розмер модуля: 28x16мм.[3]

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

2.2.6 Модуль PCF8574

PCF8574 - це інтегральна мікросхема CMOS. Вона забезпечує віддалене розширення вводу / виводу загального призначення для більшості сімейств мікроконтролерів за допомогою дволінійної двонаправленої шини (I2C). Пристрій складається з 8-бітного квазі-двонаправленого порту та інтерфейсу шини I2C. PCF8574 має низьке споживання струму і включає в себе фіксатори з високими можливостями струму, приводи для прямого керування світлодіодами. Він також має лінію переривання (INT), яку можна підключити до логіки переривання мікроконтролера. Відправляючи сигнал переривання по цій лінії, віддалений ввід / вивід може повідомити мікроконтролер, якщо на його портах є вхідні дані без зв'язку з I2C-шиною. Це означає, що PCF8574 може залишатися простим керуючим пристроєм. Версії PCF8574 та PCF8574A відрізняються лише своєю адресою ведених.

PCF8574 забезпечує вихід з відкритим стоком (INT), який може бути підключений до входу мікроконтролера. Переривання генерується будь-яким зростаючим або спадаючим краєм входів порту у режимі введення. Через час, t , INT стартує. Скидання та повторне включення ланцюга переривання досягається, коли дані порту змінені на вихідні налаштування або дані зчитуються з або записуються з порту, який генерував переривання. Скидання відбувається в режимі зчитування в розпізнавальному біті після висхідного краю сигналу SCL або в режимі запису в розпізнавальному біті після переходу сигналу SCL від високого до низького. Переривання, що виникають під час підтвердження тактового імпульсу, можуть бути втрачені через скидання переривання під час цього імпульсу. Кожна зміна вводу-виводу після скидання виявляється і після наступного краю ребра годинника передається як INT. Читання з іншого пристрою або запис на нього не впливає на ланцюг переривання. Відправляючи сигнал переривання по цій лінії, віддалений ввід / вивід може повідомити мікроконтролер, якщо на його портах є вхідні дані без зв'язку з шиною I2C. Тому PCF8574 може залишатися простим рабовласницьким пристроєм.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Зв'язок I2C з цим пристроєм ініціюється інструментом, що надсилає умову запуску, перехід від високого до низького на вході / виводу SDA, тоді як вхід SCL високий. Після умови запуску спочатку надсилається байт адреси пристрою, найзначніший біт (MSB), включаючи біт напряму даних (R / W). Цей пристрій не відповідає на загальну адресу виклику. Після отримання дійсного байта адреси цей пристрій відповідає на підтвердження, низький рівень вводу / виводу SDA під час високого тактового імпульсу, пов'язаного з підтвердженням. Адресні входи (A0 – A2) веденого пристрою не повинні змінюватися між умовами запуску та зупинки. Байт даних слід за підтвердженням адреси. Якщо біт R / W високий, дані цього пристрою - це значення, зчитувані з Р-порту. Якщо біт R / W низький, дані надходять від ведучого, які виводяться на Р-порт. Байт даних супроводжується підтвердженням, надісланим з цього пристрою. Якщо інші байти даних надсилаються від ведучого після підтвердження, цей пристрій ігнорується. Дані виводяться лише за умови отримання та підтвердження повних байтів. Вихідні дані будуть дійсними в момент часу, t_{rv} , після низького до високого переходу SCL та протягом тактового циклу для підтвердження.[2]

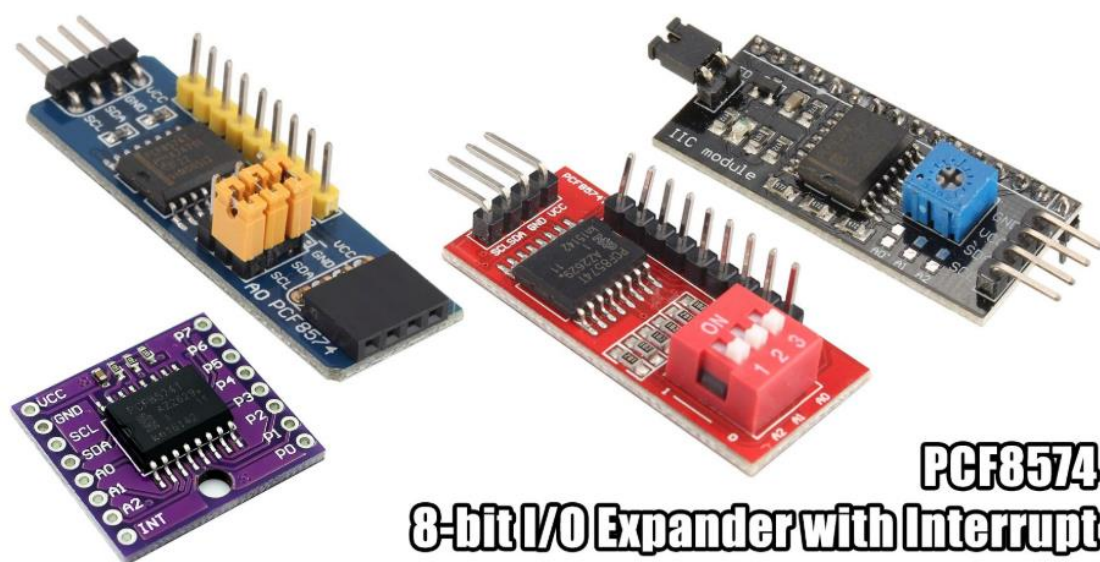


Рисунок 2.13 Зовнішній вигляд модулів PCF8574

						123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

2.3. Вибір СКБД.

MongoDB — документо-орієнтована система керування базами даних (СКБД) з відкритим вихідним кодом, яка не вимагає опису схеми таблиць. MongoDB займає особливу позицію між швидкими і масштабованими системами, що оперують даними у форматі ключ/значення, і реляційними СКБД, функціональними і зручними у формуванні запитів.

Код MongoDB написаний на мові програмування C++ і розповсюджується в рамках ліцензії AGPLv3.

MongoDB підтримує зберігання документів в JSON-подібному форматі, має досить гнучку мову для формування запитів, може створювати індекси для різних збережених атрибутів, ефективно забезпечує зберігання великих бінарних об'єктів, підтримує відстежування операцій зі зміни і додавання даних в БД, може працювати відповідно до парадигми Map/Reduce, підтримує реплікацію і побудову відмовостійких конфігурацій. У MongoDB є вбудовані засоби із забезпечення шардінгу (розподіл набору даних по серверах на основі певного ключа), комбінуючи який з реплікацією даних можна побудувати горизонтально масштабований кластер зберігання, в якому відсутня єдина точка відмови (збій будь-якого вузла не позначається на роботі БД), підтримується автоматичне відновлення після збою і перенесення навантаження з вузла, який вийшов з ладу. Розширення кластера або перетворення одного сервера на кластер проводиться без зупинки роботи БД простим додаванням нових машин.

2.3.1 Філософія бази даних.

При розробці автори виходили з необхідності спеціалізації баз даних, завдяки чому їм вдалося відійти від принципу «один розмір під усе». За рахунок мінімізації семантики для роботи з транзакціями з'являється можливість вирішення цілого ряду проблем, пов'язаних з нестачею продуктивності, причому горизонтальне масштабування стає простішим.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Використовувана модель документів зберігання даних (JSON/BSON) простіше кодується, простіше управляється (у тому числі за рахунок застосування так званого "безсхемного стилю» (англ. schemaless style)), а внутрішнє угруповування релевантних даних забезпечує додатковий вигравш в швидкодії. Нереляційний підхід досить зручний для створення баз даних, у яких горизонтальне масштабування означає розгортання на множині машин. Можливість забезпечувати найкращу продуктивність повинна існувати паралельно з підтримкою більшої функціональності, ніж це дозволяє використання пар «ключ-значення» (у чистому вигляді). Технологія баз даних має працювати скрізь, починаючи з серверів користувача та віртуальних машин і закінчуючи хмарними технологіями.

MongoDB, на думку розробників, має заповнити розрив між простими сховищами даних типу «ключ-значення» (швидкими і легко масштабованими) і великими РСКБД (зі структурними схемами і потужними запитамі).

2.3.2 Огляд СКБД

СКБД управляє наборами JSON-подібних документів, що зберігаються в бінарному форматі BSON. Зберігання і пошук файлів в MongoDB відбувається завдяки викликам протоколу GridFS. Подібно до інших документо-орієнтованих СКБД (CouchDB тощо), MongoDB не є реляційною СКБД.

Є докладна і якісна документація, велике число прикладів і драйверів для популярних мов Java, C++, C#, PHP, Python, Perl, Ruby[6].

При випуску одразу було заявлено, що реліз MongoDB 1.0 готовий до використання у виробництві як одиничний хост, так і у зв'язках master/slave. Код цього релізу досить стабільний і перевірений в промисловій експлуатації протягом 1,5 років. MongoDB рекомендується розгортати мінімум на двох серверах використовуючи реплікацію Master/Slave. Це забезпечує наявність актуальних даних при виході з ладу однієї з СКБД.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

MongoDB — продукт досить молодий, і відтак у ньому зустрічаються помилки, з'являються нові можливості тощо. Характерний високий темп розробки (проект пишуть не тільки волонтери, а й компанія людей на повній зайнятості). Компанія-розробник надає платні підтримку, хостинг, консультації.

2.3.3. Шість основних концепцій СКБД MongoDB

1. MongoDB - концептуально те ж саме, що звичайна звична база даних. Усередині MongoDB може бути нуль або більше баз даних, кожна з яких є контейнером для інших сутностей.

2. База даних може мати нуль або більше «колекцій». Колекція настільки схожа на традиційну «таблицю», що можна сміливо вважати їх одним і тим же.

3. Колекції складаються з нуля або більше «документів». Знову ж, документ можна розглядати як «рядок».

4. Документ складається з одного або більше «полів», які подібні до «Колонкам».

5. «Індекси» в MongoDB майже ідентичні таким в реляційних базах даних.

6. «Курсор» відрізняються від попередніх п'яти концепцій, але вони дуже важливі (хоча часом їх обходять увагою) і заслуговують окремого обговорення. Важливо розуміти, що коли іде запис у MongoDB які небуť дані, то вона повертає курсор, з якими ми можемо робити все що завгодно - підраховувати, пропускати визначене число попередніх записів - при цьому, не завантажуючи на самі дані. Підводячи підсумок, MongoDB складається з «баз даних», які складаються з «Колекцій». «Колекції» складаються з «документів». Кожен «документ» складається з «полів». «Колекції» можуть бути проіндексовані, що покращує продуктивність вибірки і сортування. І, нарешті, отримання даних з MongoDB зводиться до отримання «курсора», який віддає ці дані у міру потреби.

					123.KI-41.01	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Вибір фреймворку для написання веб сервера.

Flask — мікрофреймворк для веб-додатків, створений з використанням Python. Його основу складає інструментарій Werkzeug та рушій шаблонів Jinja2. Поширюється відповідно до умов ліцензії BSD.

Станом на грудень 2016 року стабільна версія Flask має номер 0.12. Flask використовується для розробки таких проєктів як Pinterest, LinkedIn, а також сторінка спільноти Flask.

Flask називається мікрофреймворком, оскільки він не вимагає спеціальних засобів чи бібліотек. У ньому відсутній рівень абстракції для роботи з базою даних, перевірки форм або інші компоненти, які надають широковживані функції за допомогою сторонніх бібліотек. Однак, Flask має підтримку розширень, які забезпечують додаткові властивості таким чином, наче вони були доступні у Flask із самого початку. Існують розширення для встановлення об'єктно-реляційних зв'язків, перевірки форм, контролю процесу завантаження, підтримки різноманітних відкритих технологій аутентифікації та декількох поширених засобів для фреймворку. Розширення оновлюються частіше аніж базовий код.

2.4.1 Особливості.

Flask було розроблено так, щоб він був простим у використанні та розширенні. Ідея Flask - створити міцну основу для веб-додатків різної складності. Відтепер можна підключити будь-які розширення, які вважають за потрібне. Крім того, можна створювати власні модулі. Колба чудово підходить для всіх видів проєктів. Це особливо добре для прототипування.

Також слід зазначити наступні властивості :

- Містить сервер для розробки та відлагоджувач
- Вбудована підтримка юніт-тестів
- Управління запитам RESTful
- Використовує шаблони Jinja2
- Має підтримку безпечних куків (сесії на стороні клієнта)

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- 100% відповідність WSGI 1.0
- Підтримка Unicode
- Докладна документація
- Сумісність з Google App Engine
- Наявність розширень для забезпечення бажаної поведінки

Плюс flask надає набагато більший КОНТРОЛЬ на етапі розробки проекту. Він дотримується принципів мінімалізму, і давайте вирішувати, як ви будувати свою програму.

- Flask має легку та модульну конструкцію, тому її легко перетворити на потрібну веб-рамку за допомогою декількох розширень, не зважаючи її.

- ORM-агностик: можна підключити свій улюблений ORM, наприклад, SQLAlchemy.

- API базового фундаменту добре оформлений та узгоджений.

- Flask-кова документація є вичерпною, наповнена прикладами та добре структурована. Навіть можна спробувати деякі зразки програми, щоб дійсно відчувати flask.

- Розгорнути flask у виробництві дуже просто (flask на 100% сумісна з WSGI 1.0 ")

- Функціональність HTTP-запиту

Висока гнучкість Конфігурація навіть гнучкіша, ніж у Django, що дає багато рішень для кожної потреби виробництва. Підводячи підсумок, Flask - це одна з найбільш відполірованих та найбагатших на функцій мікро кадрів. Ще молодий, Flask має процвітаючу спільноту, розширення першого класу та елегантний API. Flask має всі переваги швидких шаблонів, сильні функції WSGI, ретельну перевірку одиниць на рівні веб-додатків та бібліотеки, обширну документацію.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проєтування логіки програми на мікроконтролері

Модуль ESP8266 спроектований таким чином що при підключенні живлення він одразу запускає на виконання файл під назвою boot.py в цьому файлі можна прописати свої команди які користувач хоче щоб контролер виконав. Щоб зробити пристрій мобільним який одразу після подачі живлення на нього сам зробить всі налаштування потрібно імпортувати файл в якому прописана логіка програми. Це можна зробити наступною командою:

```
import main
```

В файлі main.py знаходиться нескінченний цикл в якому описано взаємодію між підпрограмами на контролері. Ці підпрограми описують сценарії роботи в залежності від установлених користувачам параметрів та фактичних значень з давачів. Контролер опитує давачі з певним інтервалом і при відхиленні одного із показників від норми на виконання запускається відповідний сценарій.

Першим що робить програма це викликає функції з вайлу під назвою reader_parameters.py в цьому файлі знаходяться функції для зчитування даних з давачів отримані дані присвоюються відповідним змінним для подальшої їх обробки. В коді програми це записується наступним чином:

```
h_t = reader_parameters.get_humidity_temperature()
```

```
humidity_air = h_t[0]
```

```
temperature_air = h_t[1]
```

```
light = reader_parameters.get_light()
```

```
MH = reader_parameters.get_MH()
```

```
CO2_level = reader_parameters.get_CO2()
```

В подальшому над цими даними здійснюються операції для перетворення в відповідну тривольтову логіку. Щоб це зробити потрібно значення adc підставити в формулу наведену нижче.

```
real_adc = adc*0,0625/2048
```

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Після обробки даних і здійснення перетворень над ними програма формує словник з вже готовими даними і відправляє їх в функцію wlan яка в свою чергу відправить ці дані на веб сервер. Функція wlan повертає словник з параметрами які встановив користувач як ті що потрібно підтримувати. Отриманий словник вміщає в собі всі необхідні показники, які витягуються з нього за допомогою ключів. Щоб зробити описане вище потрібно виконати наступні команди:

```
Humidity_air = user_date.get("humidity")
```

```
Temperature_air = user_date.get("temperature")
```

```
Light = user_date.get("light")
```

```
MH= user_date.get("light")
```

```
CO2_Level = user_date.get("light")
```

Наступним кроком є порівняння кожного з параметрів які надіслав користувач з фактичними параметрами які є в даний момент часу. Це робиться для обрання ефективного сценарію подальших дій щоб скорегувати параметри якщо це потрібно. Прикладами таких сценаріїв є включення нагрівальних елементів при низькій температурі, чи ввімкненні помпи при сухому ґрунті. Також при недостатній освітленості викаються ультрафіолетові лампи. Та з періодичністю вмикається вентилятор для циркуляції повітря.

3.2Проектування взаємодії ESP з Wi-Fi.

Для підключення мікроконтролера ESP до бездротової локальної мережі на основі стандарту IEEE802.11 було написано скрипт який в своєму функціоналі містить дві функції: connect(), disconnect(). Ці функції підключають та відключають пристрій до безпроводної мережі відповідно.

Налаштування Wi-Fi ESP8266 здійснюється за допомогою SoftAP, Captive Portal та EEPROM. Для з'єднання пристрою з безпроводної мережею потрібно виконати наступні кроки:

1. завантаження та зчитування конфігурації Wi-Fi з EEPROM.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

2. якщо конфігурацію Wi-Fi не знайдено, запускається SoftAP на SSID "ESP8266_SETUP".

3. підключити цю точку доступу до своїх пристроїв. (наприклад, iPhone, Android...)

4. Сторінка налаштувань Wifi автоматично відкриється на порталі Captive.

5. вибрати SSID, ввести пароль.

6. ввести SSID та пароль в EEPROM, а потім ESP8266 перезавантажиться автоматично.

7. завантажтеся у режимі STA (клієнт) та отримає IP-адресу від DHCP, а потім запустити веб-сервер.

8. тепер можна підключитися в межах однієї локальної мережі.

За роботу з мережею WI-Fi відповідає модуль network. Щоб мати доступ до функціоналу цього модулю потрібно його імпортувати це можна зробити наступною командою: `import network`.

Функція `connect` приймає два параметри: `ssid` – ім'я мережі до якої потрібно підключитись, `password` – пароль для авторизації в цій мережі. Наступне що робить програма це перевіряє чи пристрій на даний момент не під'єднаний до потрібної бездротової мережі. Якщо це так, то в консоль виводиться відповідне повідомлення. Якщо ж пристрій не під'єднаний то, використовуючи вбудований функціонал модуля `network`, він під'єднується до Wi-Fi.

Коли виникає потреба від'єднати пристрій від мережі то це можна зробити викликавши функцію `disconnect()`, ця функція не приймає ніяких параметрів оскільки в цьому немає ніякої потреби. Після її виклику вона від'єднує пристрій від мережі Wi-Fi та виводить відповідне повідомлення.

3.3 Проектування взаємодії ESP та веб сервера.

Щоб контролювати показники та задавати бажані параметри в теплиці потрібно налагодити взаємозв'язок інтернет сервера та мікроконтролера.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Такий зв'язок здійснюється за допомогою Wi-Fi та прикладного програмного інтерфейсу, або скорочено API.

Зі сторони пристрою для прийомо-передачі даних було написано скрипт який за це відповідає wlan.py. В середині цього файлу розміщена єдина функція wlan(), яка приймає п'ять параметрів : temperature - фактична температура в теплиці, humidity- вологість повітря, humidity_soil – вологість ґрунту та level_CO2 – рівень CO2. Після отримання даних програма за файлу wifi.py викликає викликає функцію connect() та передає назву мережі та пароль до неї.

```
wifi.connect(ssid = "pnbiloz_nd",password = "*****")
```

Після вдалого з'єднання з мережею формується стрічка для надсилання на сервер. Її передають в функцію wlan як словник. Стрічка має наступний вигляд:

```
a={'light':%s,"temperature":%s,"humidity":%s,"humidity_soil":%s,"level_CO2":%s}' %( light, temperature, humidity, humidity_soil, level_CO2)
```

Це приводиться для того щоб привести дані до стандартизованого формату json з яким працює технологія API. Це дасть змогу в подальшому зручно їх відправити на сервер не здійснюючи ніяких додаткових маніпуляцій.

Сформовану стрічку можна відправляти на Flask – сервер. Щоб це зробити потрібно використати модуль urequests, який був імпортований на початку програми, та виконати наступний набір команд:

```
res = urequests.post(url, data = a, headers=headers)
```

Метод post використовується для відправки сутностей на ресурс в даному випадку сервер. url - це адреса на яку відсилаються дані. А от headers– це тип контенту який надсилається.

Метод get призначений для отримання інформації з сервера він приймає один параметр – адресу на яку потрібно надіслати запити щоб отримати потрібні дані. З сервера прийде відповідь яка буде містити в собі жадану інформацію або повідомлення про помилку.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56


```
a = urequests.get(url_1)
```

Отримані дані будуть типу json тому їх потрібно змінити на тип словник для подальшого використання, а саме використати як аргумент який повертає функція wlan(). Після нормалізації даних їх повертає функція після чого вона завершує роботу.

З боку сервера все відбувається наступним чином: дані в форматі json приходять на передбачену для цього web – сторінку після чого вони передаються в функцію filter() для подальшої їх нормалізації та обробки. Функція filter перетворює їх в тип словника для комфортного подальшого використання. Ці дані записуються в базу щоб потім їх можна було проаналізувати.

У випадку коли користувач прийме рішення змінити теперішні параметри теплиці на інші, йому потрібно перейти на спеціально передбачену для цього сторінку та заповнити відповідні форми. Сторінка із формами для введення містить легкий та інтуїтивно зрозумілий дизайн що значно спрощує роботу. Після цих маніпуляцій дані які були введені в форми відправляються в базу даних. Одразу після запиту з сторони пристрою чи не змінились параметри які йому потрібно йому підтримувати, дані які збережені в базі як ті що хотів користувач встановити, будуть надіслані на пристрій.

У випадку якщо користувач не заповнить якусь із форм то там будуть встановленні або стандартні дані задані розробником або ті які вводив користувач пізніше якщо такі існують.

3.43читування аналогових значень з давачів за допомогою модуля ADS115.

Так як модуль ESP8266 має в наявності тільки один аналоговий вхід було прийнято рішення задіяти модуль ads115, який має чотири ніжки для зчитування аналогових сигналів. Також не менш важливою перевагою є те

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

що модуль підключається до контролера за допомогою стандарту I2C дводрової шини і має вивід який дає змогу міняти адреси самого модуля.

Можливість міняти адреси є дуже корисною оскільки це дає змогу багаторазового використання модуля. Звичайно зміна адресів є обмеженою, є чотири варіанти зміни адреси модуля що в кінцевому результаті дасть 16 аналогових виводів при цьому не використавши ні однієї ніжки контролера.

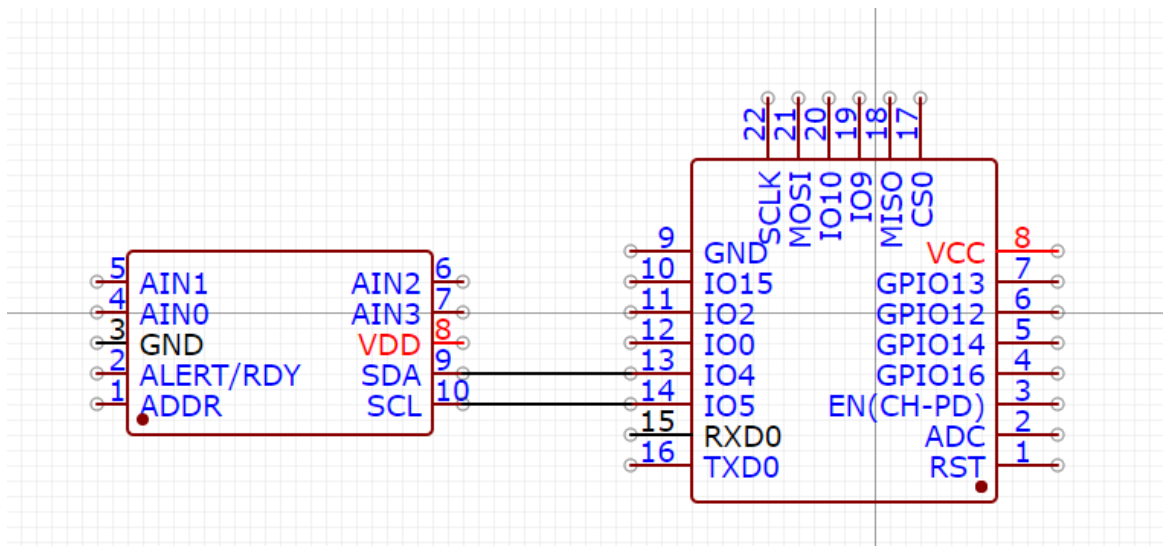


Рисунок 3.1. Схематичне зображення підключення модуля asd1115 до контролера esp8266.

Як було вище згадано модуль ads1115 приєднується за допомогою двоканальної шини I2C. А саме за допомогою ніжок які підписані як SCL та SDA. На мікроконтролері ці ніжки підписані як IO4 та IO5. Живити модуль можна як за допомогою модуля ESP8266 так і за допомогою іншого джерела живлення.

Для комфортної роботи з модулем було написано скрипт під назвою reader_parameters.py. В цьому скрипті знаходиться чотири функції які, три з яких орієнтовані на роботу з модулем ads1115. Інша четверта функція призначена для роботи з датчиком DHT22.

Для коректної роботи з модулем потрібно імпортувати бібліотеку під назвою ads1x15.py це можна зробити за допомогою наступної команди :

```
from machine import I2C, Pin
```

import ads1x15

Цей модуль знаходиться в вільному доступі і має відкриту загально прийняту ліцензію щодо розповсюдження та використання. Також потрібно імпортувати бібліотеку для роботи з I2C зв'язком як показано вище.

Стандартна адреса за замовчуванням рівна 72 а в шістнадцяковій системі числення рівна 0x48. Переведення чисел здійснюється за алгоритмом послідовного ділення на 16 до тих пір поки не залишиться залишок менший або рівний 15. Після отримання коректної адреси модуля її потрібно передати а екземпляр бібліотеки ads1x15 для подальшого використання.

Функції get_light(), get_MH, get_CO2() відповідають за отримання показників освітленості, вологості ґрунту та рівня CO2, в повітрі, відповідно. Ці функції не приймають ніяких аргументів а лише повертають значення за які вони відповідають.

3.5Контроль реле за допомогою модуля rcf8574.

Основною задачею пристроює підтримка та досягнення установлених користувачем параметрів теплиці. Такий контроль можна здійснити безпосередньо вплинувши на помпи, нагрівальні елементи, витяжки, зволожувачі повітря та ін. Звичайно що потужності модуля esp8266 не вистачить на їхнє живлення, тому можна використовувати блок реле які будуть здійснювати контроль над периферією. Такий спосіб має право на існування але є не ефективним оскільки для кожного реле потрібно виділити ніжку мікроконтролера що не є хорошим інженерним вирішенням цієї проблеми. Тому значно продуктивніше використати мікросхему або модуль яка буде отримувати команди з контролера після чого включати чи виключати відповідні реле в залежності від команди.

Реле можуть бути в різних варіаціях як кожне окремо так і всі разом з загальними виводами для живлення для розробки проекту було вибрано саме блок реле. На рисунку нижче наведено саме один із таких блоків.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59



Рисунок 3.2. Зовнішній вигляд блоку реле

Щоб підключити модуль до контролера потрібно використати передбачені для цього входи SCL та SDA які підключити до ніжок які на схемі нижче підписані як IO5 і IO4 відповідно.

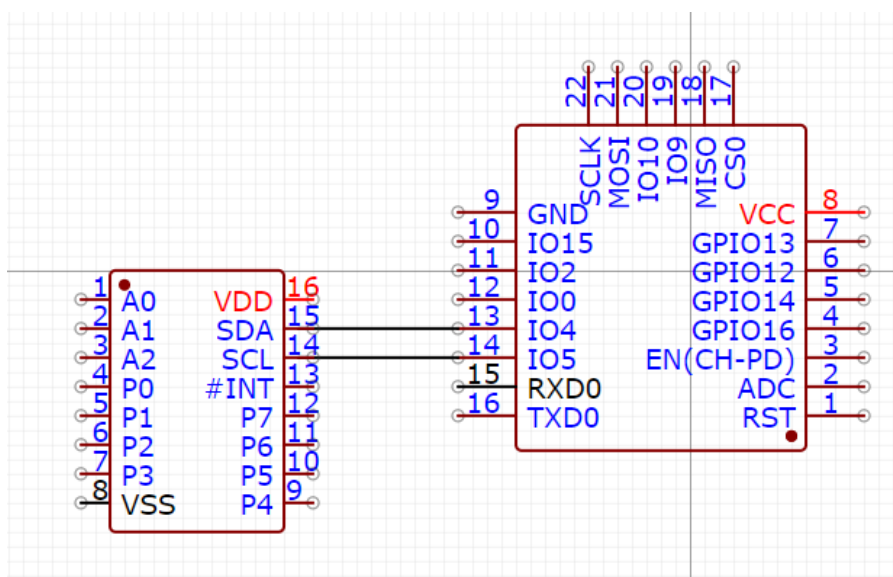


Рисунок 3.3. Схематичне зображення підключення модуля rcf8574 до контролера esp8266.

Щоб контролювати реле було написано підпрограму під назвою relay_control.py яка містить чотири функції для контролю над реле кожна з яких відповідає за своє. Перед використанням підпрограми її слід імпортувати у виконуваний файл щоб мати доступ до функцій згаданих вище. Кожна функція приймає по одному параметру – це стрічка як може мати значення : “on” - ввімкнення реле, ”off”- вимкнення реле.

Для спілкування мікроконтролера і модуля rcf8574 потрібно імпортувати бібліотеку яка має таку саму назву як і модуль rcf8574. Після вдалого імпортування налаштовується I2C зв'язок. Для коректного налаштування зв'язку слід знати адресу даного модуля в конкретному випадку вона рівна 36 в десятковій системі числення або 0x24 в шістнадцятковій.

3.6Проектування взаємодії веб сервера та БД.

Щоб в майбутньому можна покращити показники врожайності потрібно проаналізувати дані за певні періоди роботи теплиці. Опираючись на показники можна зробити висновки що до ефективності того чи іншого методів та збільшити врожайність на декілька порядків. Постає питання де зберігати такі дані щоб мати до них доступ в будь який проміжок часу. Хорошим вирішенням цієї проблеми є сучасні СКБД а саме для даного проекту MongoDB.

Коли дані з контролера приходять на веб сервер в першу чергу сервер переправляє їх в функцію яка приводить їх до зручного формату, словника, та додає власні ключі, такі як дата та час запиту щоб в майбутньому можна було робити вибірки по даті. В наступному фрагменті коду показано функцію яка демонструє дії описані вище :

```
@app.route('/api', methods=['POST'])
def geted_date_from_controler():
    geted_date=str(request.json)
    print(geted_date)
```

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

```

date_for_send=filter(geted_date)
write_in_mongodb.write_controler_date(date_for_send)
return (write_in_mongodb.get_date_for_controler())
def filter(a):
    a=a.replace("\",\"")
    a=json.loads(a)
    a["datetime"] = datetime.now()
    print(type(a))
    return(a)

```

Після завершення обробки даних і приведення їх до типу – словник їх передають в іншу функцію, `get_date_for_controler()`, для запису в БД. Ця функція розташована в файлі `write_in_mongodb` і приймає всього один параметр `a` саме словник.

У файлі `write_in_mongodb` знаходяться декілька функцій для роботи з БД. Для запису даних які було надіслано контролером використовується вищезгадана функція `write_controler_date()`. Вона відправляє дані в спеціально створену колекцію під назвою `real_param`. Також розроблено функцію `write_user_date()` яка записує дані в БД, які увів користувач на сайті в спеціально призначену для цього форму, вона приймає також один параметр ідентичний до того що отримує функція `write_controler_date()`. Ця функція відправляє дані в іншу колекцію під назвою `param_to_set`. Колекція `param_to_set` призначена для даних які згодом потрібно відправити на контролер. Ці дані це саме ті параметри які контролер повинен підтримувати і встановити як опорні від яких буде відштовхуватись подальша робота програми.

Підчас наступного запиту контролера, коли він пришле пакет даних про фактичні показники в теплиці у відповідь він отримає параметри які йому потрібно підтримувати . Ці параметри витягуються з БД, вони є найновішими за датою. За такі запити відповідає функція `get_dates_for_controler()` фрагмент коду цієї функції можна побачити нижче:

					123.KI-41.01	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

def get_dates_for_controler():
    param_to_get = green_house["param_to_set"]
    get = param_to_get.find().sort("datetime",-1)[0]
    get.pop("datetime")
    get.pop('_id')
    return(get)

```

Також ця функція видаляє такий ключ як datetime оскільки у контролера немає потреби в цих даних, а така маніпуляція зменшить їх об'єм що призведе до незначного зростання швидкості передачі. Графічне зображення записаних даних можна побачити на офіційному сайті або в прикладній програмі MongoDB Compass. Нижче наведено приклад такого графічного зображення.

```

_id: ObjectId("5e9ee56cc430cbb82b66db79")
humidity_soil: "20"
light: "20"
temperature: "20"
level_C02: "20"
humidity: "20"
datetime: 2020-04-21T15:22:04.412+00:00

```

```

_id: ObjectId("5e9ee571c430cbb82b66db7b")
humidity_soil: "20"
light: "20"
temperature: "20"
level_C02: "20"
humidity: "20"
datetime: 2020-04-21T15:22:09.160+00:00

```

Рисунок 3.4 Графічне зображення даних в програмі MongoDB Compass.

В подальшому ці дані можна використовувати для аналізу і обробки, а також для створення графіків та діаграм. При необхідності дані можна вивантажити на енергонезалежний носій.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі на тему Розробка засобів дистанційного контролю параметрів теплиць на основі ESP, були виконані наступні завдання:

- досліджено сучасні системи керування основні їх складові та взаємодію між вузлами;
- обрані схеми регулювання для теплиці;
- вибрано обладнання для автоматизації та контролю процесів зчитування та передачі показників.
- розроблено методичну складову проекту.

Значення розумної теплиці в нашому житті, так само як і її суспільне значення важко переоцінити - це одна з альтернатив вирощування цілий рік сільськогосподарських культур всього сучасного життя. Споживання чисто вирощених овочів і фруктів, без застосування хімікатів, людиною з кожним роком зростає, у зв'язку з цим розробляються і застосовуються технології, які полягають в знаходженні нових технологій для їх цілорічного вирощування, і безвідходної переробкою.

Система автоматики регулювання процесів являє собою систему з датчиків, на чолі яких знаходиться контролер ESP. За допомогою встановлених датчиків йде безперервний контроль, який передається і аналізується в контролері. За допомогою контролера, сигнали подаються на автоматику для підтримки потрібних умов для культур.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ESP8266 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino-esp8266.readthedocs.io/en/latest/>
2. PCF8574 Remote 8-Bit I/O Expander for I 2C Bus [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/pcf8574.pdf>
3. ADS111x Ultra-Small, Low-Power, I 2C-Compatible, 860-SPS, 16-Bit ADCs With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1114.pdf>
4. Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
5. Ambient Light Sensor <https://www.vishay.com/docs/81579/temt6000.pdf>
6. TECHNICAL DATA MQ-135 GAS SENSOR [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/Gas/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf>
7. Capacitive Soil Moisture Sensor SKU:SEN0193 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/DFRobot%20PDFs/SEN0193_Web.pdf
8. Курдюмов Н., Малышевский К., Умная теплица, Издательство: Владис, 2007.-19 с
9. Волощенко А.В. Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие / А.В. Волощенко, Д.Б. Горбунов – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109с.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

10. Бердышев, В.Ф. Основы автоматизации технологических процессов очистки газов и воды: Курс лекций / В.Ф. Бердышев, К.С. Шатохин. - Москва: МИСиС, 2013. - 136 с.

11. Савосин, С. И. Интеллектуальная система контроля влажности и температуры воздуха в теплице: Автореф. дис. канд. тех. наук: спец. 05.13.06 «Автоматизация и управления технологическими процессами и производствами» / Савосин Сергей Иванович; РГАЗУ. - М., 2009. - 18 с

12. Иванченко, А. И. Система непрерывного дистанционного контроля влажности и температуры воздуха: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды» / Иванченко Олег Иванович; СПГТУ. - СП., 2007. - 20 с.

13. Войнова, Н. Ф. Методы и системы адаптивного управления температурным режимом теплиц: Автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.13.06 «Автоматизация и управления технологическими процессами и производствами» / Войнова Наталья Федоровна; РГАЗУ. - М., 2007. - 22 с

					123.КІ-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

```

main.py
import reader_parameters
import wlan
import relay_control as r_c
import time
#
while True:
    h_t = reader_parameters.get_humidity_temperature()
    humidity_air = h_t[0]
    temperature_air = h_t[1]
    light = reader_parameters.get_light()
    mh = reader_parameters.get_MH()
    co2_level = reader_parameters.get_CO2()
    dict_to_send = {'level_CO2': co2_level, 'humidity':humidity_air,
'humidity_soil': mh, 'light':light, 'temperature': temperature_air}
    user_date = wlan.wlan(dict_to_send)
    Humidity_air = user_date.get("humidity")
    Temperature_air = user_date.get("temperature")
    Light = user_date.get("light")
    MH= user_date.get("light")
    CO2_Level = user_date.get("light")
    # Controll temperature air
    if temperature_air < Temperature_air:
        r_c.on_r_0("on")

        r_c.on_r_5("on")
        time.sleep(5)
        r_c.on_r_5("off")
    elif temperature_air > Temperature_air:

```

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

```

    r_c.on_r_0("off")

    r_c.on_r_5("on")
    time.sleep(5)
    r_c.on_r_5("off")
else:
    None
#Controll Humidity air
if humidity_air < Humidity_air:
    r_c.on_r_1("on")
    r_c.on_r_5("on")
    time.sleep(5)
    r_c.on_r_5("off")
elif humidity_air > Humidity_air:
    r_c.on_r_1("on")
    r_c.on_r_5("on")
    time.sleep(5)
    r_c.on_r_5("off")
else:
    None
#Controll Light
if light < Light:
    r_c.on_r_2("on")
elif light > Light:
    r_c.on_r_2("off")
else:
    None
#Controll MH
if mh < MH:
    r_c.on_r_3("on")

```

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

```

time.sleep(1) # deled is depend on the leght of the tube with water
r_c.on_r_3("off")
# COntroll CO2
if co2_level < CO2_Level:
    None
elif co2_level > CO2_Level:
    r_c.on_r_5("on")
    time.sleep(5)
    r_c.on_r_5("off")
    r_c.on_r_4("on")
    time.sleep(10)
    r_c.on_r_4("off")

```

Інші необхідні коди для роблти проекту знаходяться на інформаційному носії який додається до диплому.

					123.KI-41.01	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69