

Тема: «РОЗУМНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОГЛЯДУ ЗА КІМНАТНИМИ
РОСЛИНАМИ»

ВСТУП.....	8
1. Реалізація виконавчого модулю системи	4
2. Вибір обладнання для реалізації системи	4
3. Алгоритм роботи виконавчої частини системи	11
4. Електрична схема модулю та поетапна збірка модулю	12
5. Тестування схеми на Arduino.....	19
ВИСНОВКИ	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	26
ДОДАТКИ	28
Додаток А Схема модулю системи контролю догляду за рослинами.....	28

ВСТУП

У сучасних умовах значний акцент робиться на впровадженні автоматизації та інтелектуалізації процесів, що стосуються повсякденного життя, зокрема догляду за рослинами у домашніх умовах. Даний підхід дозволяє оптимізувати ці процеси, покращуючи ефективність догляду за рослинами та забезпечуючи їм комфортні умови для зростання.

У цій роботі представлено розробку власної моделі розумної системи контролю догляду за рослинами, що здійснена на підставі аналізу готових рішень наявних систем догляду за кімнатними рослинами на ринку інтернет речей, а також відомих мобільних додатків з метою створення дистанційного керування. Програмування керуючого елементу системи з використанням МК Arduino. Зручний у використанні мобільний додаток, створений у середовищі Expo. З'єднання між системою та додатком здійснюється за допомогою технології Bluetooth, що є частиною концепції розумного будинку.

Основні компоненти цієї системи включають автоматичний полив рослин за допомогою насосу з напругою 5 В з датчиком вологості та освітлення за допомогою спеціальної запрограмованої фітострічки. Автоматичний полив дозволяє рослинам отримувати достатню кількість води у потрібний час, що запобігає їх пересиханню або надмірному зволоженню. Водночас, освітлення з використанням запрограмованої фітострічки забезпечує оптимальний спектр світла для рослин, що сприяє їх здоровому зростанню та розвитку.

Крім основних функціональних можливостей, система також надає користувачам можливість встановлювати індивідуальні параметри догляду за рослинами, включаючи режим поливу за показниками вологості ґрунту чи задати інтервал між поливом та налаштувати тривалість додаткового освітлення. Це дозволяє користувачам налаштовувати систему під специфічні потреби кожного виду рослин, забезпечуючи їм найкращі умови для зростання.

Розробка цієї системи є важливим кроком до підвищення рівня автоматизації у догляді за рослинами та впровадження концепції розумного будинку. Тема проєкту є актуальною, тому що використання таких технологій сприяє покращенню якості життя та знижує навантаження на власників будинків, дозволяючи їм зосередитися на інших важливих аспектах повсякденного життя.

Після детального аналізу ринку готових рішень у категорії інтернет речей на наявність готових рішень систем контролю догляду за рослинами та різноманітних варіантів вирішення наявних проблем, було визначено ключові елементи готових систем та складено список потрібного обладнання для реалізації власної системи.

Обираємо елементи для транспортування води з цистерни до рослини за сигналом від МК, що працює за певним алгоритмом та припиняє роботу у разі завершення процедури поливу. Для моделі було обрано занурюваний насос 5В з урахуванням його потужності для виконання завдання подачі води з резервуару до рослини.



Рисунок 2 – Занурюваний насос

Дана модель занурюваного насосу(рис. 2) може качати від 80 до 120 літрів рідини на годину, споживаючи при цьому від 2,5 до 6 В. Рідина, що перекачується насосом, може бути подібною до фізичного та хімічного складу з водою. Сам насос виконаний з пластику [1].

Характеристика:

- Напруга постійного струму: 5V;
- Робочий струм: 130-220mA;
- Потужність: 0,4-1.5W;
- Швидкість потоку: 80-120 л/год;
- Зовнішній діаметр вихід води: приблизно 7,5 мм;
- Внутрішній діаметр отвору води: приблизно 4,7 мм;
- Діаметр: близько 24 мм;
- Довжина: близько 45 мм;
- Висота: близько 33 мм;
- Довжина дроту: близько 15-20 см;
- Матеріал: пластик;
- Ціна: 83,60 грн.



Рисунок 3 – Модуль реле

Реле 5В 1-канальний модуль(рис. 3) вимагає 15-20мА, що дає можливість керувати ним безпосередньо з виходів мікроконтролера Arduino або подібних. Вмикається логічним нулем, вимикається логічною одиницею. На модулі є два світлодіоди: червоний сигналізує про наявність напруги живлення, зелений – про роботу реле [2].

Характеристики:

- Максимальний струм комутації реле 10А за 250В;
- На платі є світлодіод, що сигналізує про поточний статус реле;
- Розміри: 4.4см x 1.7см;
- Ціна: 46,20 грн.

Щоб дізнатися рівень вологості землі у горщику, можна використовувати модульний гігрометр або, простими словами, датчик вологості ґрунту. Завдяки даним, щодо вологості землі в якій знаходиться рослина, можна запобігти надмірного поливу, що може призвести до погіршення стану рослини чи навпаки повідомити, що рослина давно не поливалась та бажано підняти рівень вологості ґрунту до необхідних показників.



Рисунок 4 – Датчик вологості ґрунту

Датчик вологості ґрунту(рис. 4) складається з двох частин: контактного щупа YL-69 і датчика YL-38, у комплекті йдуть дроти для підключення. Між двома електродами щупа YL-69 створюється невелика напруга. Якщо ґрунт сухий, опір великий і струм буде меншим. Якщо земля волога - опір менший, струм - більший. За підсумковим аналоговим сигналом можна судити про рівень вологості. Щуп YL-69 з'єднаний з датчиком YL-38 двома дротами. Крім контактів з'єднання з щупом, датчик YL-38 має чотири контакти для підключення до контролера.

Датчик YL-38 побудований на основі компаратора LM393, що видає напругу на вихід D0 за принципом: вологий ґрунт – низький логічний рівень, сухий ґрунт – високий логічний рівень. Рівень визначається граничним значенням, що можна регулювати за допомогою регулятора напруги. На контакт A0 подається аналогове значення, що можна передавати у МК для подальшої обробки, аналізу та прийняття рішень. Датчик YL-38 має два світлодіоди, що

сигналізують про наявність напруги на датчик живлення та рівня цифрового сигналу на виході D0. Наявність цифрового виведення D0 та світлодіод рівня D0 дозволяє використовувати модуль без підключення до контролера [3].

Характеристики:

- Напруга живлення DC 3.3 - 5V;
- Струм споживання до 20mA;
- Розмір блоку компаратора 14x31мм;
- розмір датчика 20x60mm;
- Комплектація: плата в зборі, датчик, проводи;
- Ціна: 41,20 грн.

Реалізація додаткового освітлення для рослини.

Крім автономного поливу рослини, було б добре мати додаткове освітлення, тому що є періоди з меншою кількістю сонячних годин, що є досить суттєвим. Зазвичай використовують фітоосвітлюючі прибори такі як: фітолампи чи фітострічки, що мають спеціальний спектр світла. Для реалізації цього було обрано світлодіодну RGB матрицю де можна налаштувати потрібний спектр світла та робити експерименти з різними спектрами світла щодо впливу на рослину.

Було обрано матрицю на 16 елементів. Це оптимальний варіант для освітлення рослин в одному горщику середнього розміру.



Рисунок 5 – Led RGB матриця

Led RGB матриця(рис. 5) з 16 яскравих розумних світлодіодів NeoPixel, що розташовані у формі кільця зовнішнім діаметром 44,5 мм. Є можливість послідовного підключення.

Кожен світлодіод має свою адресу, оскільки кожен містить чіп управління. У кожному ~18mA постійного струму, тому колір світлодіодів буде стабільним навіть за перепадів напруги. Кожен піксель з трьох кольорів може змінювати яскравість у 256 значеннях та отримати 16777216 кольорів. Для роботи кільця необхідно 5V постійного струму (може працювати у діапазоні 4-7V).

У пристрої лише одна шина даних, протокол якої дуже чутливий. Для шини даних потрібен МК з обчисленнями у реальному часі, наприклад AVR, Arduino, PIC, mbed та подібні до них [4].

Характеристики:

- Чіп: WS2812B;
- Світлодіод: 5050 RGB;
- Напруга: 4,6-6В (5В рекомендовано);
- Діаметр: 45мм;
- Ціна: 104,60 грн.

Для вимірювання потрібного рослині світла використовується датчик освітленості приміщення(рис. 6).

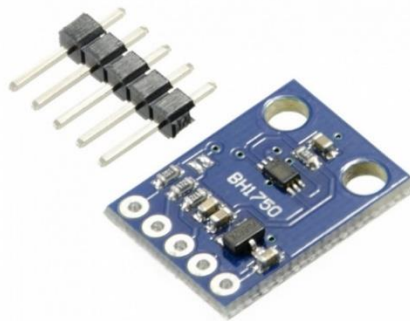


Рисунок 6 – Датчик освітленості

Цифровий датчик освітленості GY-302 на чіпі BH1750 призначений для вимірювання фонового освітлення. Має високу чутливість і поширений послідовний інтерфейс I2C. Спектр чутливості збігається з кривою чутливості людського ока. У середині модуля розташований сам фотодатчик у вигляді фотодіода, підсилювач сигналу фотодіода, АЦП, що обробляє дані, перекладає все в одиниці виміру Люкс і передає до керуючого пристрою [5].

Характеристики:

- Тип: GY-302;
- Оригінальний чіп BH1750FVI ROHM;
- Вбудований сенсор і цифровий перетворювач;
- Нечутливий до фонових світла;
- Спектральна характеристика близька до візуальної чутливості;
- Для широкого діапазону, точність вимірювання - 1 люкс;
- Напруга живлення: 3 - 5 В;
- Діапазон даних: 0-65535 лк;
- Інтерфейс I2C;
- Розміри: ширина 13.9мм та довжина 18.5мм;
- Ціна: 61,50 грн.

Реалізація МК та способу зв'язку з ним.

Для зв'язку з МК було обрано Bluetooth з'єднання, що забезпечує надійний обмін даними на короткій відстані без дротів. Це дозволяє пристроям з'єднуватися між собою, передавати інформацію та взаємодіяти без необхідності фізичного підключення. Вибір Bluetooth з'єднання також обумовлено його невеликою потужністю споживання, що дозволяє працювати протягом тривалого

часу без перерви. Таке рішення виявляється дуже зручним та ефективним, особливо у випадках, коли необхідно забезпечити бездротове з'єднання між різними пристроями або в умовах, де дротове підключення не є практичним.

HC-05/HC-06 - дуже поширені Bluetooth-модулі, які працюють на основі стандарту Bluetooth 2.0. Вони легко підключаються до Arduino через звичайні порти RX/TX і дозволяють здійснювати зв'язок між Arduino і смартфонами, планшетами та іншими пристроями.

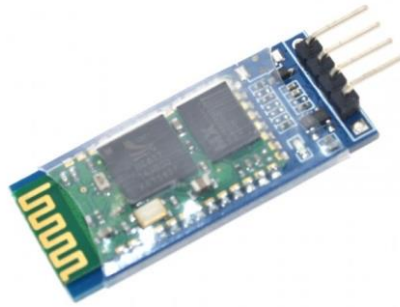


Рисунок 7 – Bluetooth модуль

Bluetooth-модуль HC-06(рис. 7) – простий спосіб бездротового дистанційного керування пристроєм за допомогою BT. З боку керованого пристрою, такого як Arduino, цей модуль виглядає як звичайний послідовний інтерфейс. Тому можна налагодити комунікацію з пристроєм на комп'ютері, а потім просто підключити цей BT-модуль. З HC-06 можна керувати пристроєм безпосередньо зі свого смартфона. Установив одну з численних програм керування через BT. Можливо використовувати і для пересилання показань різноманітних детекторів [6].

Характеристики:

- Напруга живлення: 3,3-6 В;
- Максимальний струм споживання: 45 мА;
- Швидкість передачі даних: 1200-1382400 бод;
- Дальність зв'язку при прямій видимості: 10 м;
- Ціна: 187,80 грн.



Arduino Nano(рис. 8)— це повнофункціональний мініатюрний пристрій на базі МК ATmega328 (Arduino Nano 3.0) або ATmega168 (Arduino Nano 2.x), адаптований для використання з макетної плати. За функціональністю пристрій схожий на Arduino Duemilanove, і відрізняється від нього розмірами, відсутністю роз'єму живлення, а також іншим типом (Mini-B) USB-кабелю. Arduino Nano розроблено і випускається фірмою Gravitech [7].

Характеристики:

- Мікроконтролер: ATmega328;
- Робоча напруга (логічний рівень): 5В;
- Напруга живлення (рекомендована): 7-12В;
- Цифрові входи/виходи: 14;
- Аналогові входи: 8;
- Flash-пам'ять: 32 КБ;
- EEPROM: 1 КБ;
- Тактова частота: 16 МГц;
- Розміри плати: 1.85 см x 4.3 см;
- Ціна: 252,60 грн.

Реалізація системи живлення.

Для роботи обраного модулю потрібне 3,3-5В джерело живлення. Воно може бути автономним: на акумуляторі чи батарейках типу АА. Також можливо використання адаптеру живлення на 5В, наприклад, блок живлення для смартфона. Під'єднати дротами або на МК Arduino вже є вбудований інтерфейс для живлення.

Після вибору всіх основних елементів створення модулю системи контролю догляду за рослинами, з метою економічного обґрунтування реалізації проекту, було прораховано собівартість на 2025 рік.

Таблиця цін основних компонентів системи

№	Назва елементу	Ціна, грн.
1	Занурюваний насос для води (3-6В)	83,60
2	ПВХ трубка діаметром 8 мм 1 метр	12,20
3	Модуль реле 1 канал 5В	47,40
4	Гігрометр, датчик вологості ґрунту	41,20
5	Модуль світлодіодний кільцевий WS2812B 5050 RGB LED 16 bit	104,60
6	Цифровий датчик освітленості GY-302 на чіпі BH1750	61,50

7	Bluetooth-модуль HC-06	187,80
8	Arduino Nano	252,60
Усього:		790,90

3. Алгоритм роботи виконавчої частини системи

Написання алгоритму роботи системи (рис. 9) автономного контролю є важливим етапом у створенні надійного модулю. Алгоритм визначає, як система буде реагувати на різні події та умови, забезпечуючи її належне функціонування. Є декілька ключових аспектів, що слід врахувати під час написання алгоритму роботи для системи автономного контролю.

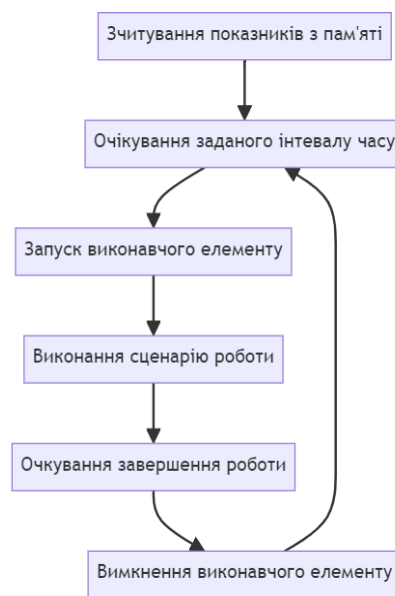


Рисунок 9 – Схема роботи алгоритму системи

Збір даних. Алгоритм повинен включати процеси збору даних з датчиків та інших джерел. Важливо забезпечити надійне та точне зчитування показників, що є основою для прийняття рішень.

Обробка даних. Зібрані дані повинні бути оброблені стосовно необхідної інформації. Це може включати фільтрацію шумів, нормалізацію значень, перевірку на аномалії та інші методи обробки [8].

Прийняття рішень. На основі оброблених даних система повинна приймати рішення. Алгоритм має передбачати різні сценарії та умови, визначаючи, які дії потрібно виконати в кожному конкретному випадку.

Виконання дій. Після прийняття рішення система повинна виконати відповідні дії. Це може бути керування пристроями, зміна режимів роботи, надсилання сповіщень тощо.

Моніторинг і корекція. Алгоритм повинен включати механізми моніторингу стану системи та її компонентів. У разі виявлення помилок або відхилень від

нормальної роботи система повинна мати можливість корекції або сповіщення оператора.

Основна ціль системи контролю догляду за рослинами - це допомога та полегшення рутинного процесу догляду за хатніми рослинами. А саме: своєчасний та збалансований полив рослин, а також компенсація нестачі світла.

Збір даних з датчиків вологості ґрунту та освітленості передаються по ВТ до смартфона через мобільний додаток, що відображає цю інформацію або сигналом для завершення роботи виконавчої частини модулю.

Основні показники для запуску виконавчих модулів системи - це період часу при настанні якого запускається робота виконавчого елемента системи та час роботи виконавчого модулю, а у випадку коли є світлодіодна матриця ще й налаштування кольору та яскравості освітлення.

При проходженні заданого інтервалу реле буде замикати контакти для подачі води. Датчик вологості ґрунту буде зчитувати дані під час поливу та при отриманні потрібних показників подавати сигнал за яким реле буде від'єднувати контур до якого підключено насос.

4. Електрична схема модулю та поетапна збірка модулю

Важливим етапом в процесі збирання пристрою за схемою є уважне й акуратне виконання кожного кроку. Навіть найдрібніша помилка може призвести до неправильної роботи пристрою або навіть до його пошкодження. Тому перед тим, як почати збирання, слід ретельно ознайомитися зі схемою і матеріалами, а також переконатися, що всі необхідні деталі та інструменти доступні.

Перший крок у збиранні пристрою - це підготовка робочого місця(рис. 10). Воно повинно бути чистим і добре освітленим, щоб уникнути помилок через недостатню видимість. Також важливо мати під рукою всі необхідні інструменти, які зазначені у схемі. Далі слід уважно розглянути схему і зрозуміти послідовність дій. Починають з найбільш простих деталей і поступово переходять до складніших. При збиранні слід дотримуватися всіх вказівок і рекомендацій, щоб уникнути помилок. Після завершення збирання важливо перевірити правильність підключення всіх деталей і дротів. Потім можна перейти до перевірки пристрою на працездатність. Це може включати в себе запуск тестових програм або проведення спеціальних вимірювань.

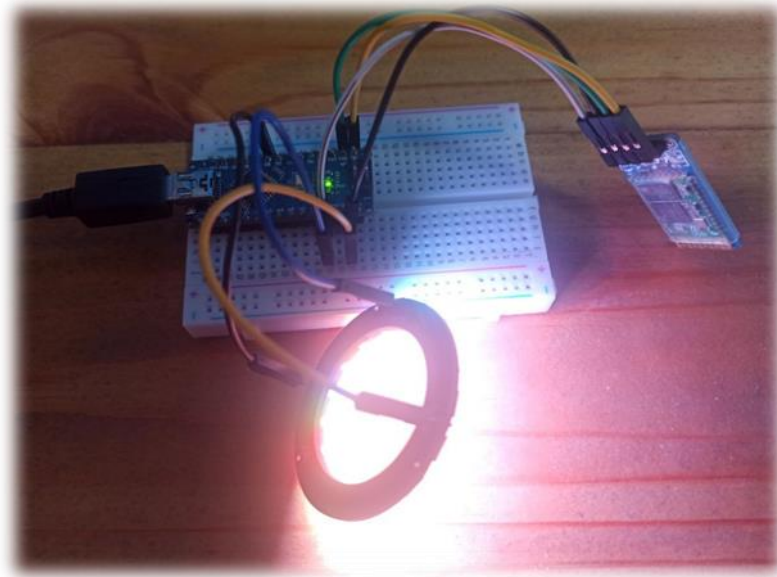


Рисунок 10 – Вигляд робочого місця

Підключення насоса та реле до мікроконтролера.

Для підключення реле до Arduino Nano треба підключити DC+ до 5V піну та DC- до GRD(земля). До піну IN буде йти сингал для керування реле до будь якого цифрового піну Arduino на прикладі D2. Мінус насоса підключаємо до джерела живлення та плюс до COM контакту. Плюс джерела живлення NC чи NO в залежності від типу керування. Під'єднаємо ПВХ шланг до насоса [9].

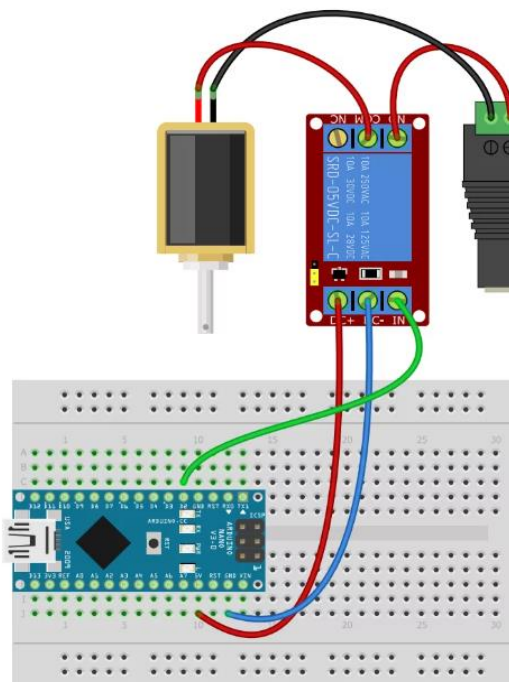


Рисунок 11 – Схема підключення реле та насоса до мікроконтролера

Після підключення елементів за схемою(рис. 11) треба перевірити її на дієздатність. Через Arduino IDE завантажуюмо код для тестування зібраної схеми насоса та реле.

Код тестування схеми:

```
const int relayPin = 7; // Пін до якого підключене реле
```

```

void setup() {
  pinMode(relayPin, OUTPUT); // Встановлюємо пін як вихід
  digitalWrite(relayPin, LOW); // Вимикаємо реле на початку
}

void loop() {
  // Приклад коду для керування насосом
  digitalWrite(relayPin, HIGH); // Увімкнути насос
  delay(10000); // Насос працює 10 секунд
  digitalWrite(relayPin, LOW); // Вимкнути насос
  delay(10000); // Насос вимкнений 10 секунд
}

```

Підключення датчика вологості ґрунту.

Для підключення датчика вологості ґрунту(рис. 12) треба позитивний (червоний) дріт датчика до позитивного (+) виходу на Arduino до 5V. А негативний (чорний) дріт датчика до GND виходу на Arduino. Інформація з датчика буде іти по "A0" до аналогового входу на Arduino (наприклад, до A0) [10].

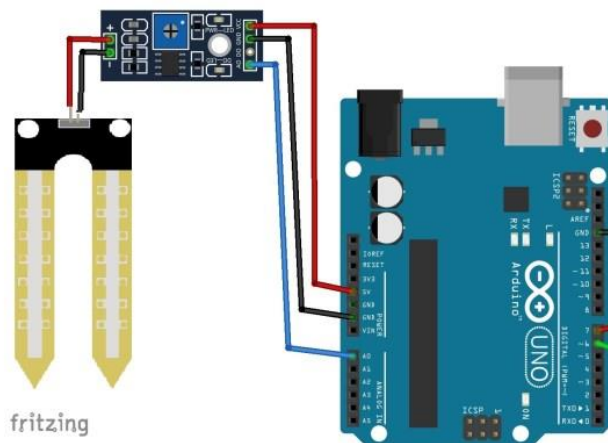


Рисунок 12 – Схема підключення датчика вологості

Код тестування схеми:

```

// Оголошення піну для зчитування вологості ґрунту
const int soilMoisturePin = A0;

```

```

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізація з'єднання з монітором
}

```

```

void loop() {
  // Зчитування значення вологості з датчика
  int soilMoistureValue = analogRead(soilMoisturePin);
}

```

```
// Конвертація значення вологості у відсотки (при потребі)
// Наприклад, якщо датчик має діапазон від 0 до 1023:
float moisturePercentage = map(soilMoistureValue, 1023, 0, 0, 100);

// Вивід значення вологості в консоль
Serial.print("Soil Moisture: ");
Serial.print(soilMoistureValue);
Serial.print(" ");
Serial.print(moisturePercentage);
Serial.println("%");

delay(1000); // Затримка для стабілізації відображення даних
}
```

Підключення адресної світлодіодної матриці.

Адресний світлодіод (LED) - це світлодіод, який має власну унікальну адресу, яка дозволяє індивідуально керувати його світінням. Це відкриває безліч можливостей в освітленні. Адресні світлодіоди можуть бути програмовані для відображення різних кольорів, виконувати складні анімації, імітувати ефекти пульсації, створювати змінювання яскравості та інші вражаючі ефекти.

Схема підключення світлодіодної стрічки(рис. 13) чи матриці досить проста. Зазвичай світлодіоди у матриці організовані у вигляді рядків і стовпців. Підключіть живлення до відповідних контактів на світлодіодній матриці. Зазвичай це контакти VCC і GND. Підключіть сигнальні лінії даних (Data In) із вільного цифрового піна контролера до входного світлодіоду у матриці. Це зазвичай є перший світлодіод у матриці [11].

Головне при підключенні адресної світлодіодної стрічки чи матриці - це обрати відповідний блок живлення. Чим більше світлодіодів буде підключено, тим більше ампер вони будуть споживати. Для вирішення такої проблеми існують спеціальні калькулятори, що розраховують кількість ампер для роботи матриць чи стрічок заданого розміру за кількістю світлодіодів та за типом чіпу.

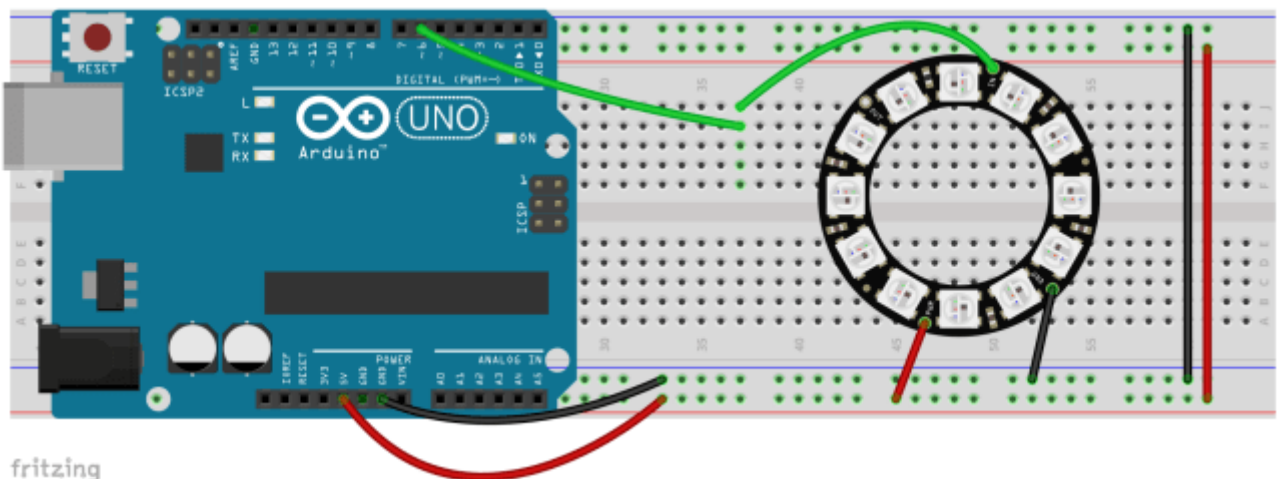


Рисунок 13 – Схема підключення адресних світлодіодів

Код тестування схеми:

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h> // Бібліотека для роботи з світлодіодами

#define PIN          6 // Пін, до якого підключена світлодіодна матриця
#define NUM_PIXELS   16 // Загальна кількість світлодіодів у матриці

// Створення об'єкта для роботи з світлодіодами
Adafruit_NeoPixel pixels = Adafruit_NeoPixel(NUM_PIXELS, PIN, NEO_GRB
+ NEO_KHZ800);

void setup() {
  pixels.begin(); // Ініціалізація світлодіодної матриці
}

void loop() {
  // Масив з різними кольорами для всієї матриці
  uint32_t colors[] = {
    pixels.Color(255, 0, 0), // Червоний
    pixels.Color(0, 255, 0), // Зелений
    pixels.Color(0, 0, 255), // Синій
    pixels.Color(255, 255, 0), // Жовтий
    pixels.Color(255, 0, 255), // Пурпурний
    pixels.Color(0, 255, 255), // Бірюзовий
    pixels.Color(255, 255, 255), // Білий
    pixels.Color(0, 0, 0) // Вимкнутий (чорний)
  };

  // Вмикаємо всі світлодіоди з визначеним кольором
  for (int j = 0; j < sizeof(colors)/sizeof(colors[0]); j++) {
    for (int i = 0; i < NUM_PIXELS; i++) {
      pixels.setPixelColor(i, colors[j]); // Встановлення кольору для всіх
світлодіодів
    }
    pixels.show(); // Показати зміни на матриці
    delay(3000); // Затримка 3 секунда
  }
}
```

Підключення датчику освітленості.

Модуль датчика освітленості GY-302, також відомий як модуль TSL2561, є компонентом, що використовується для вимірювання рівня освітленості в навколишньому середовищі. Модуль включає два фотодіоди: один для вимірювання світла у видимому спектрі, а інший - для вимірювання інфрачервоного світла. Цей модуль також має вбудований оптичний фільтр, що допомагає відокремлювати видиме світло від інфрачервоного. Для перетворення

аналогових сигналів фотодіодів в цифровий формат, модуль GY-302 має вбудований ADC. Модуль може бути підключений до мікроконтролера або іншого пристрою через інтерфейс зв'язку, такий як I2C (Inter-Integrated Circuit) або аналоговий вихід.

I2C (Inter-Integrated Circuit) - це протокол зв'язку, що дозволяє різним пристроям комунікувати між собою за допомогою двох проводів: лінія даних (SDA) та лінія тактового сигналу (SCL). Цей протокол зв'язку був розроблений компанією Philips (тепер NXP Semiconductors) і знаходить широке застосування в багатьох електронних пристроях. Протокол I2C широко використовується в різних пристроях. Його простота та ефективність роблять його популярним в електроніці.

Підключення модуля датчика освітленості GY-302(рис. 14) до Arduino можна здійснити за допомогою протоколу зв'язку I2C. VCC підключається до живлення Arduino Nano (+5V). GND підключається до землі Arduino Nano (GND). SCL підключається до пін A5 на Arduino Nano. Це лінія з тактовим сигналом для протоколу I2C. SDA підключається до пін A4 на Arduino Nano. Це лінія передачі даних для протоколу I2C [12].

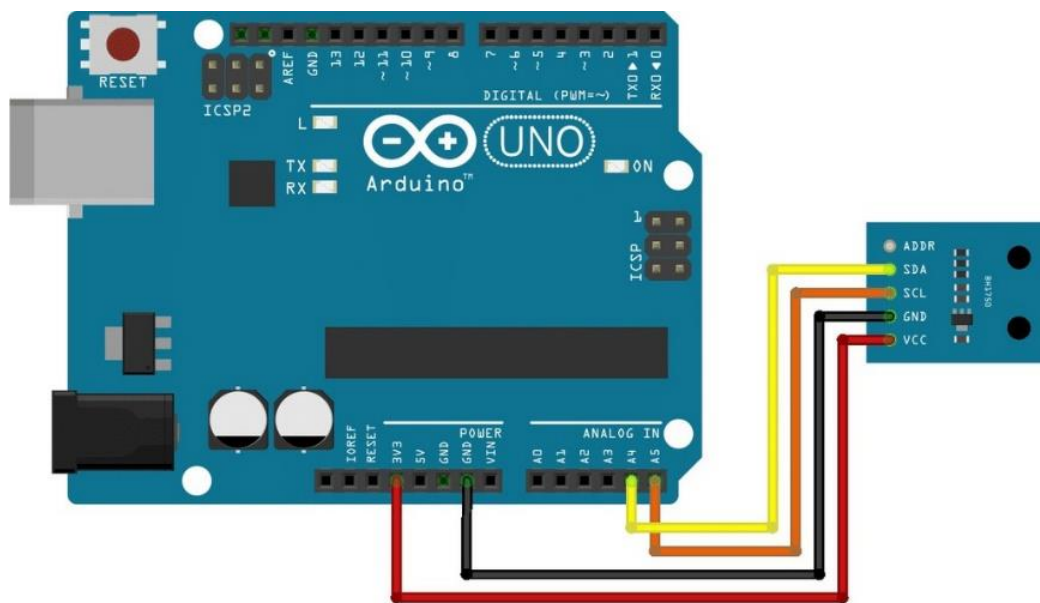


Рисунок 14 – Схема підключення адресних світлодіодів

Після підключення ви можете використовувати бібліотеку Wire.h для зчитування даних з датчика через інтерфейс I2C.

Код тестування схеми:

```
#include <Wire.h> // Включення бібліотеки для роботи з шиною I2C
#include <BH1750.h> // Бібліотеки для роботи з датчиком освітленості BH1750
```

```
BH1750 lightMeter; // Створення об'єкта для датчика освітленості
```

```
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізація зв'язку з монітором швидкістю 9600 біт/с
```

```

lightMeter.begin(); // Ініціалізація датчика освітленості
Serial.println("Running...");
}

void loop() {
  uint16_t lux = lightMeter.readLightLevel(); // Зчитування рівня освітленості з
датчика
  Serial.print("Light: ");
  Serial.print(lux); // Вивід значення освітленості
  Serial.println(" lx");
  delay(500); // Затримка 500 мілісекунд перед наступною ітерацією циклу
}

```

Підключення Bluetooth-модулю.

Bluetooth-модуль HC-06 можна підключити до Arduino за допомогою інтерфейсу UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter).

UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) - це апаратний пристрій або інтерфейс, який використовується для передачі та отримання даних між двома пристроями через два дроти. UART використовується для забезпечення зв'язку між МК, комп'ютерами та іншими електронними пристроями. У режимі UART передача даних відбувається асинхронно, тобто без синхронізації тактовим сигналом між передавачем і приймачем. Замість цього, передавач і приймач узгоджуються заздалегідь на швидкість передачі даних, біти старту та стопу, інтервали передачі, і т.д. У стандартному підключенні UART використовує два проводи: TX (Transmit) для передачі даних від передавача до приймача та RX (Receive) для отримання даних від приймача до передавача.

Отже, для підключення Bluetooth треба:

- VCC підключається до живлення Arduino (+5V);
- GND підключається до землі Arduino (GND);
- TX Підключається до піна RX (приймач) Arduino (D0);
- RX Підключається до піна TX (передавач) Arduino (D1).

Після підключення можна використовувати бібліотеку SoftwareSerial або вбудований UART-інтерфейс (наприклад, Serial) для зчитування та відправлення даних через Bluetooth-модуль HC-06. Для цього можна використовувати стандартні функції зчитування і запису даних з інтерфейсу Serial, такі як Serial.read() та Serial.write().

При такому підключенні (рис. 15) модуль заважатиме завантаженню прошивки (вона завантажується по RX TX), на момент завантаження потрібно відключити дроти від пінів RX та TX Arduino. З модулем можна комунікувати за допомогою штатного Serial, фактично він дублюватиме монітор COM порту [13].

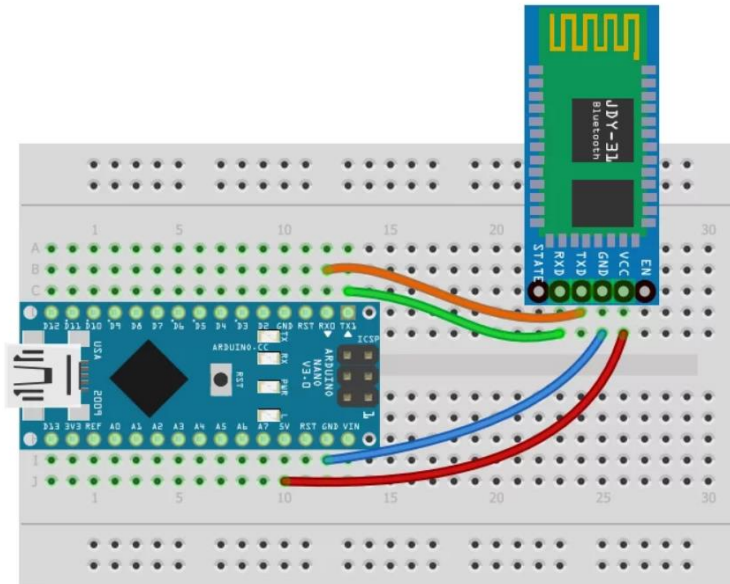


Рисунок 15 – Схема підключення Bluetooth-модулю по RX TX

Для тесту на Android можна використовувати програму Serial Bluetooth Terminal. Заходимо в програму, відкриваємо налаштування зліва, Devices, вибираємо Bluetooth-модуль і підключаємося. Пишемо до терміналу – модуль нам відповідає.

Код тестування схеми:

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.setTimeout(100);
}

void loop() {
  if (Serial.available()) {
    Serial.write(Serial.read());
  }
}
```

5. Тестування схеми на Arduino

Тестування схеми на Arduino є важливим етапом розробки будь-якого проекту, що включає апаратні та програмні компоненти. Цей процес дозволяє виявити та усунути помилки, забезпечити правильну роботу схеми та програмного коду, а також гарантувати, що система відповідає заданим вимогам.

Перед початком тестування необхідно переконатися, що всі компоненти підключені відповідно до схеми. Слід перевірити з'єднання за допомогою схеми проекту або діаграми з'єднань. Використання макетної плати полегшує швидке прототипування і внесення змін.

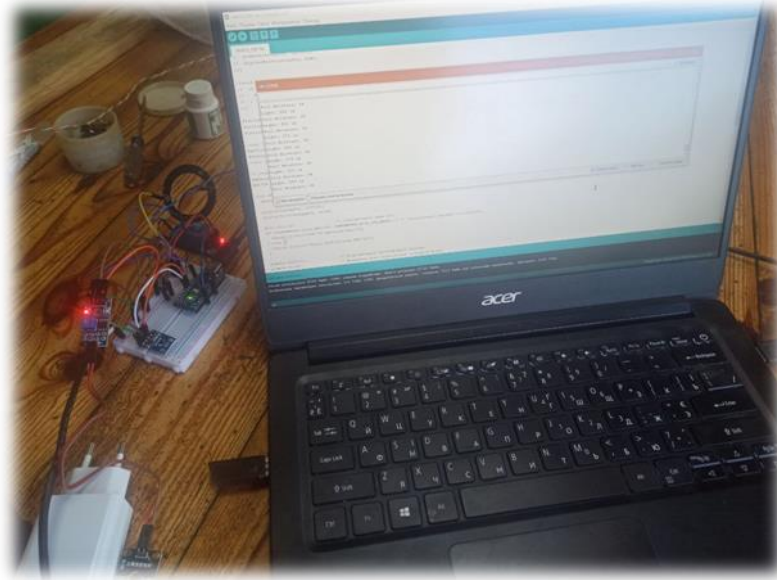


Рисунок 16– Використання серійного монітора Arduino IDE

Правильна робота коду визначається шляхом використання серійного монітора Arduino IDE(рис. 16) для виводу даних та налагодження. Додавання команд `Serial.print()` у ключові точки коду для відстеження значень змінних і поведінки програми.

Перевірка всіх з'єднань між компонентами є важливою для виявлення можливих помилок або непередбачуваної поведінки. Щоб уникнути проблем з підключенням треба зробити міцне підключення всіх провідників та компонентів.

Також необхідно переконатися, що Arduino і всі підключені компоненти отримують правильну напругу живлення. Неправильна напруга може призвести до нестабільної роботи або навіть пошкодження компонентів. Для цього можна використовувати мультиметр для перевірки напруги та опору в різних точках схеми.

Запуск проєкту в умовах, максимально наближених до реальних, для перевірки стабільності його роботи. Тестування схеми в умовах, в яких вона буде експлуатуватися. Запуск тривалих тестів для впевненості в стабільній роботі системи протягом тривалого часу.

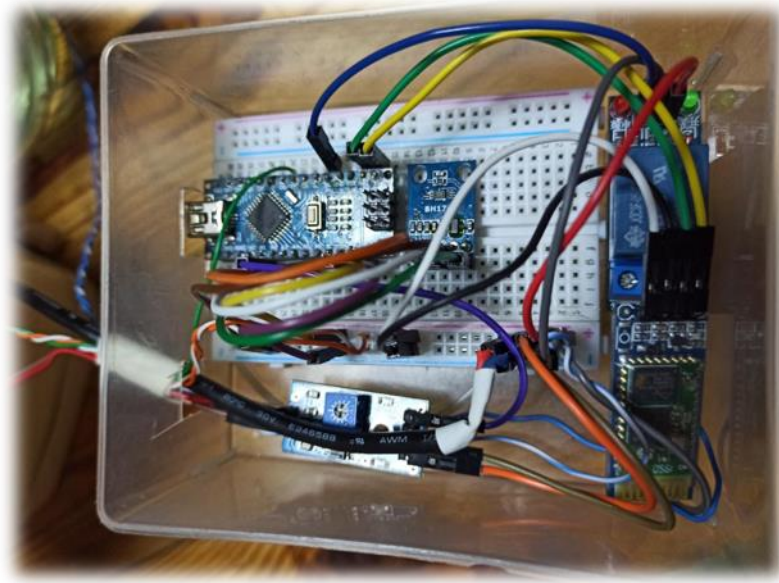


Рисунок 17 – Кабель-менеджмент на макетній платі

Окрім технічних аспектів, важливим є також кабель-менеджмент (рис. 17). Добре організовані кабелі допомагають уникнути плутанини, зменшують ризик з'єднання неправильно та полегшують налагодження та технічне обслуговування. Рекомендується використовувати маркування кабелів та тримачі для кабелів, щоб підтримувати порядок. Це особливо важливо для складних схем, де велика кількість проводів може заплутатися. Використання спеціальних трубок або стрічок для збирання проводів у пучки допомагає підтримувати чистоту та організованість робочого простору, що полегшує тестування та діагностику проблем.

Кабель-менеджмент є важливою частиною розробки проєктів на Arduino, яка значно впливає на зручність роботи, безпеку та естетичний вигляд кінцевого продукту. Грамотне управління кабелями допомагає уникнути помилок у з'єднаннях, зменшити електромагнітні завади та забезпечити легкий доступ до компонентів для тестування та обслуговування.

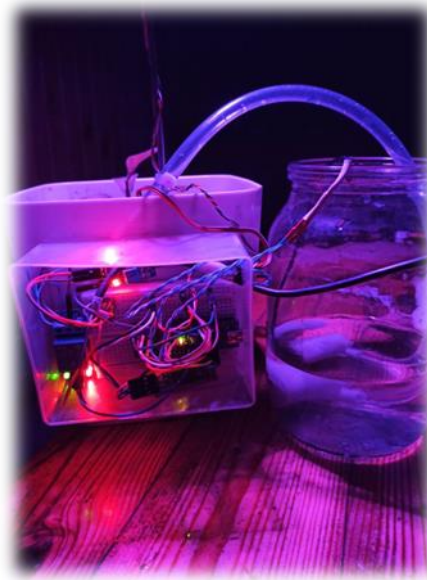


Рисунок 18 – Місце розташування модулю

Вибір місця розташування(рис. 18) Arduino є важливим аспектом при створенні електронного проєкту. Від правильного розташування може залежати як зручність роботи з платою, так і стабільність її функціонування.

Arduino має бути розташоване в місці, захищеному від пилу, вологи та інших агресивних середовищ. Вологість може призвести до корозії контактів, а пил може викликати короткі замикання.

Плата повинна мати достатню вентиляцію для уникнення перегріву, особливо якщо проєкт включає компоненти, які генерують значну кількість тепла. Навколо плати потрібно достатньо простору для циркуляції повітря.

Плата Arduino повинна бути легкодоступною для налагодження, програмування та обслуговування. Це особливо важливо на етапі розробки, коли часто потрібно вносити зміни у підключення або програмний код.

Arduino слід закріпити на стабільній поверхні, щоб уникнути пошкоджень від випадкових ударів або переміщень. Можна використовувати монтажні отвори на платі для кріплення до корпусу або основи.

Уникнути розташування Arduino поблизу сильних електромагнітних полів або електричних приладів, які можуть викликати перешкоди в роботі плати. Такі пристрої можуть включати трансформатори, великі електродвигуни або потужні бездротові передавачі.

При розробці складних проєктів варто врахувати можливість швидкої заміни або оновлення окремих модулів. Це дозволяє легко вносити зміни у конструкцію без необхідності повного демонтажу.

Правильне розташування плати Arduino допоможе забезпечити стабільність і надійність проєкту, а також спростить процес його розробки та обслуговування. Урахування всіх зазначених факторів дозволяє уникнути багатьох потенційних проблем та оптимізувати робочий процес.

Калібрування датчиків(рис. 19) є важливим етапом у налаштуванні та точному вимірюванні даних у проєктах з Arduino. Воно дозволяє підвищити

точність і надійність показників, що збираються датчиками, та забезпечити коректну роботу системи.

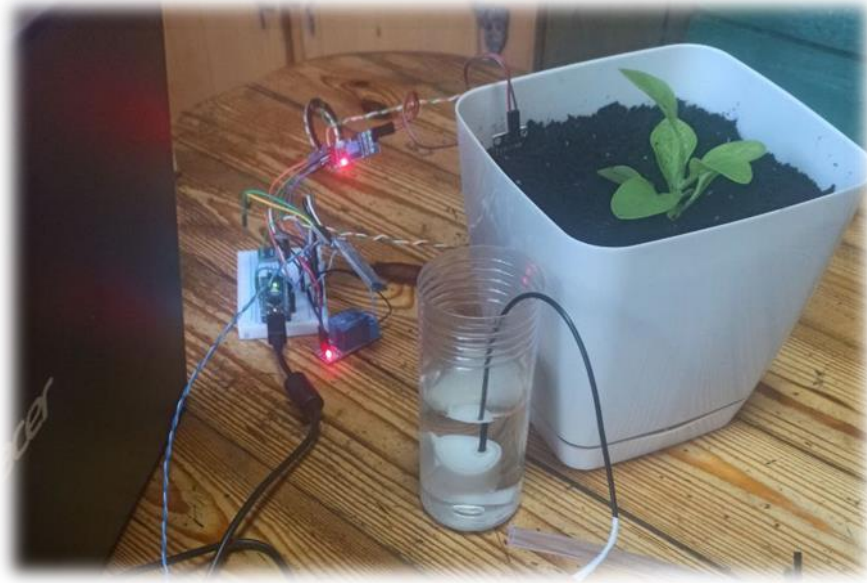


Рисунок 19 – Калібрування датчику вологості ґрунту

Калібрування датчиків — це процес налаштування і коригування показань датчика для забезпечення їх точності відповідно до еталонних значень або стандартів. Це дозволяє мінімізувати похибки вимірювань та забезпечити узгодженість даних.

Перед початком калібрування треба переконатись, що всі компоненти правильно підключені, а датчики знаходяться в умовах, які відповідають їхньому призначенню. Важливо мінімізувати вплив сторонніх факторів, які можуть спотворити результати калібрування. Для точного калібрування необхідно знати еталонні значення, з якими будуть порівнюватися показання датчика. Це можуть бути значення, отримані з точного приладу або визначені теоретично.

Виходячи з різниці між вихідними даними датчика та еталонними значеннями, треба обчислити коефіцієнт поправки. Ці коефіцієнти допоможуть скоригувати показання датчика для досягнення максимальної точності.

Можна скорегувати програмний код на Arduino, додавши обчислені коефіцієнтів поправки. Це може бути реалізовано шляхом простого додавання або множення показань датчика на відповідний коефіцієнт. Після внесення змін у код, знову запустити скетч і перевірити нові показання датчика та порівняти їх з еталонними значеннями. Якщо похибка все ще є значною, треба повторити процес калібрування до досягнення прийнятного рівня точності.

Калібрування датчиків є необхідним процесом для забезпечення точності та надійності вимірювань у проєктах на Arduino. Слід ретельно підходити до кожного кроку калібрування, починаючи з підготовки середовища і закінчуючи внесенням коефіцієнтів у код. Це дозволить отримати максимально точні дані та забезпечить стабільну роботу системи. Готова схема зображена на додатку А

Отже, після створення всього необхідного для реалізації системи контролю догляду за рослинами які в неї плюси та мінуси. Почнемо з плюсів.

- Низька ціна: реалізація всієї системи коштувала всього 800 гривень що дешевше у декілька разів ніж готові рішення на ринку з подібним функціонуванням. І це ще без врахування грошей на хостинг мобільного додатку на різних платформах та заробітну платню розробнику додатку, що є автором цієї роботи.
- Модульність системи: дана система реалізована так, що її можна використовувати з горщиками та цистернами різного розміру та об'єму, а готові збірки з таким функціоналом зазвичай прив'язані до свого горщика що є їх частиною або з використанням спеціальних картиджів рослин, що не дає можливість використовувати свій ґрунт та рослину.
- Створення сценаріїв роботи: завдяки використанню МК Arduino та датчиків освітленості і вологості землі можна реалізувати різну поведінку системи на різні показники сенсорів. Наприклад, при зниженні вологості землі у горщику до певних значень, запускати екстрений полив рослини, чи, при рівні освітленості нижче денних, вмикати додаткове освітлення на пару годин.
- Датчики освітленості: більшість готових систем з датчиками мають лише датчик вологості, а, замість датчика освітленості, рекомендують використовувати мобільний додаток через камеру смартфона, що не дає таких чітких показників.
- Легкість ремонту системи та можливість змінювати схему під себе: завдяки модульності та використанню макетної плати для підключення елементів система легко піддається ремонту та заміні окремих компонентів. Також можна взяти більш потужний блок живлення для виконавчих елементів системи та більш потужні насоси чи світлодіодні стрічки, що може вистачити на домашню теплицю. Також можна додати RTC модуль та додати інші види датчиків.

Також у даної системи є деякі мінуси.

- Відсутність елементу для аналізу якості ґрунту: нажаль не вийшло знайти датчик для МК, щоб робити аналіз ґрунту у горщику на якість, як це є у деяких готових рішень.
- Робота від розетки: дана система працює від блоку живлення через використання великої кількості елементів споживання тому, у випадку відсутності світла, система не буде працювати. Але за бажанням можна зробити автоматичний полив на МК ATtiny85, що відома своїм низьким споживанням та може довго працювати від декількох АА елементів, за принципом реле з таймером, що буде запускати насос.

ВИСНОВКИ

Аналіз готових рішень наявних систем догляду за кімнатними рослинами: розумний вазон, гідропонна установка та краплинний полив для кімнатних рослин, а також відомих мобільних додатків: Plant Care Reminder, Flora Incognita та PlantIn: Визначник Рослин, свідчить про можливість постійного удосконалення та спрощення їх використання у сучасних умовах. Різна цінова політика, певні габарити та відсутність дистанційного керування. Постійна автоматизація умов життєдіяльності вимагає більш мобільні системи з можливістю підв'язати під смарт будинок.

Під час дослідження було розроблено основну концепцію власної моделі розумного горщика з дистанційним керуванням на прикладі порівняння готових на ринку рішень.

З метою реалізації виконавчого модулю системи догляду за кімнатними рослинами зроблено аналіз ринку доступного обладнання та вивчення їх цін за основними характеристиками. Визначені основні компоненти для створення базової моделі з подальшим проведенням тестування. Для економічного обґрунтування доцільності проєкту прорахована собівартість основних компонентів моделі системи автоматичного догляду за кімнатними рослинами. Створено алгоритм роботи виконавчої частини системи. Визначена електрична схема модулю з поетапною збіркою.

Здійснено тестування схеми на Arduino на виявлення та усунення помилок, забезпечення правильної роботи схеми та програмного коду. Встановлено, що система відповідає заданим вимогам.

Тестування мобільного додатка відповідає якості та стабільності програми.

Визначено плюси та мінуси розробки та функціонування даної системи контролю догляду за кімнатними рослинами. Після ретельного аналізу та тестування модулю можна його використовувати у повсякденному житті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Занурювальний насос для води (мікронасос 3-6В) 70-120 Л/год. *Diy Shop*. URL: <https://diyshop.com.ua/ua/pogruzhnoj-nasos-dlya-vody-mikronasos-3-6v-70-120-l-ch> (дата звернення: 29.05.2024).
2. Модуль реле 1 канал 5V для Arduino, Pic, ARM, esp8266 та інших мікроконтролерів купити з доставкою по Україні в магазині DIY Shop. *Diy Shop*. URL: <https://diyshop.com.ua/ua/modul-rele-1-kanal-5v-dlya-arduino-pic-arm> (дата звернення: 29.05.2024).
3. [REDACTED]
4. [REDACTED]
5. [REDACTED]
6. [REDACTED]
7. Купити мікроконтроллер Arduino Nano V3.0 ATmega328P CH340 Mini USB з НЕ розпаяними ніжками з доставкою по всій Україні. *Diy Shop*. URL: <https://diyshop.com.ua/ua/arduino-nano-v3-0-atmega328p-ch340-miniusb-s-ne-raspayannymi-nozhkami> (дата звернення: 29.05.2024).
8. Що таке алгоритми: кроки, приклади, конструкції, мислення. *Онлайн навчання IT спеціальностям | IT курси онлайн | IT STEP*. URL: https://cloud.itstep.org/blog_3/building-and-understanding-algorithms-a-step-by-step-guide-for-beginners (дата звернення: 29.05.2024).
9. Control a water pump by Arduino. *Le Guide de la Robotique - Ouvrage réalisé par Med Ali*. URL: <https://www.robotique.tech/robotics/control-a-water-pump-by-arduino/> (дата звернення: 29.05.2024).
10. Guide for soil moisture sensor YL-69 or HL-69 with the arduino | random nerd tutorials. *Random Nerd Tutorials*. URL: <https://randomnerdtutorials.com/guide-for-soil-moisture-sensor-yl-69-or-hl-69-with-the-arduino/> (дата звернення: 29.05.2024).
11. Neo pixels ring with arduino nano. *Hackster.io*. URL: <https://www.hackster.io/pradeeplogu0/neo-pixels-ring-with-arduino-nano-d5d09c> (дата звернення: 29.05.2024).
12. Using GY-302 digital light intensity sensor module with arduino - phipps electronics. *Phipps Electronics*. URL: <https://www.phippselectronics.com/using->

gy-302-digital-light-intensity-sensor-module-with-arduino/ (дата звернення: 29.05.2024).

13. Arduino and Bluetooth module HC-06 • AranaCorp. *AranaCorp*.
URL: <https://www.aranacorp.com/en/arduino-and-bluetooth-module-hc-06/> (дата звернення: 29.05.2024).

ДОДАТКИ

Додаток А Схема модулю системи контролю догляду за рослинами

