УДК 004.4, 004.89

В. В. Чумак
І. В. Богач

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДОГЛЯДУ ЗА РОСЛИНАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто процес створення інтелектуальної сенсорної системи моніторингу мікроклімату на базі мікроконтролера ESP32-H2-MINI-1-N2 з підтримкою бездротового протоколу Zigbee. Розглянуто переваги використання ESP32 у проєктах автоматизованого догляду за рослинами, описано програмну реалізацію засобами C++ та наведено приклади інтеграції сенсорів для збору даних про температуру, вологість, освітлення тощо.

Ключові слова: мікроклімат, сенсорна система, автоматизація, догляд за рослинами, ESP32, Zigbee, C++.

Abstract

The paper presents the development of an intelligent microclimate monitoring sensor system based on the ESP32-H2-MINI-1-N2 microcontroller with Zigbee support. It outlines the advantages of ESP32 in plant care automation projects, describes the implementation using C++, and provides examples of integrating sensors to collect temperature, humidity, and light data.

Keywords: microclimate, sensor system, automation, plant care, ESP32, Zigbee, C++.

Вступ

Автоматизовані системи догляду за рослинами відіграють важливу роль у забезпеченні стабільного середовища для вирощування культур, особливо екзотичних чи примхливих до клімату. Сучасні рішення дають змогу зменшити втручання людини та підвищити ефективність агротехнічних процесів.

Метою даної роботи є розробка сенсорної системи з використанням мікроконтролера ESP32-H2-MINI-1-N2 та компонуванням з ефективними сенсорами: SHTC3-TR-10KS для точного збору кліматичних даних, NE555DR для реалізації керування імпульсами в схемах зрошення та SN74LVC1G04DCKR для цифрової обробки сигналів.

Результати дослідження

Система була реалізована на базі ESP32-H2-MINI-1-N2 (рис.1).

Основні компоненти:

- ESP32-H2-MINI-1-N2 — багатофункціональний мікроконтролер з підтримкою Zigbee, Bluetooth LE, низьким енергоспоживанням і підтримкою Arduino Core.
- SHTC3-TR-10KS — високоточний цифровий сенсор температури та вологості з низьким енергоспоживанням та компактними габаритами. Підключається через I²C інтерфейс, має хорошу стабільність та швидкий відгук.
- NE555DR — таймер у корпусі SOIC-8, який використовується для генерації імпульсів у схемах зрошення, наприклад, керування клапаном за допомогою короткочасного сигналу.
- SN74LVC1G04DCKR — інвертор логічного сигналу, який використовується для обробки цифрових вхідних сигналів від сенсорів або керування виконавчими елементами.
- Zigbee-модуль — забезпечує обмін даними між сенсорами та центральним вузлом. Працює з низьким енергоспоживанням і дозволяє масштабувати мережу.

Розробка прошивки здійснювалась мовою C++ у середовищі Arduino.

Було реалізовано:

- Збір даних з SHTC3 через I²C.
- Генерація імпульсів NE555 для керування клапаном зрошення.
- Обробка цифрових сигналів SN74LVC1G04.

- Обмін даними через Zigbee.
- Реалізація алгоритмів реакції на зміну параметрів мікроклімату.

Переваги системи:

- Точне вимірювання мікроклімату завдяки сенсору SHTC3.
- Гнучкість в управлінні зрошенням через NE555.
- Надійна логічна обробка сигналів SN74LVC1G04.
- Масштабованість та енергоефективність завдяки Zigbee.
- Підтримка C++ та Arduino спрощує розробку.

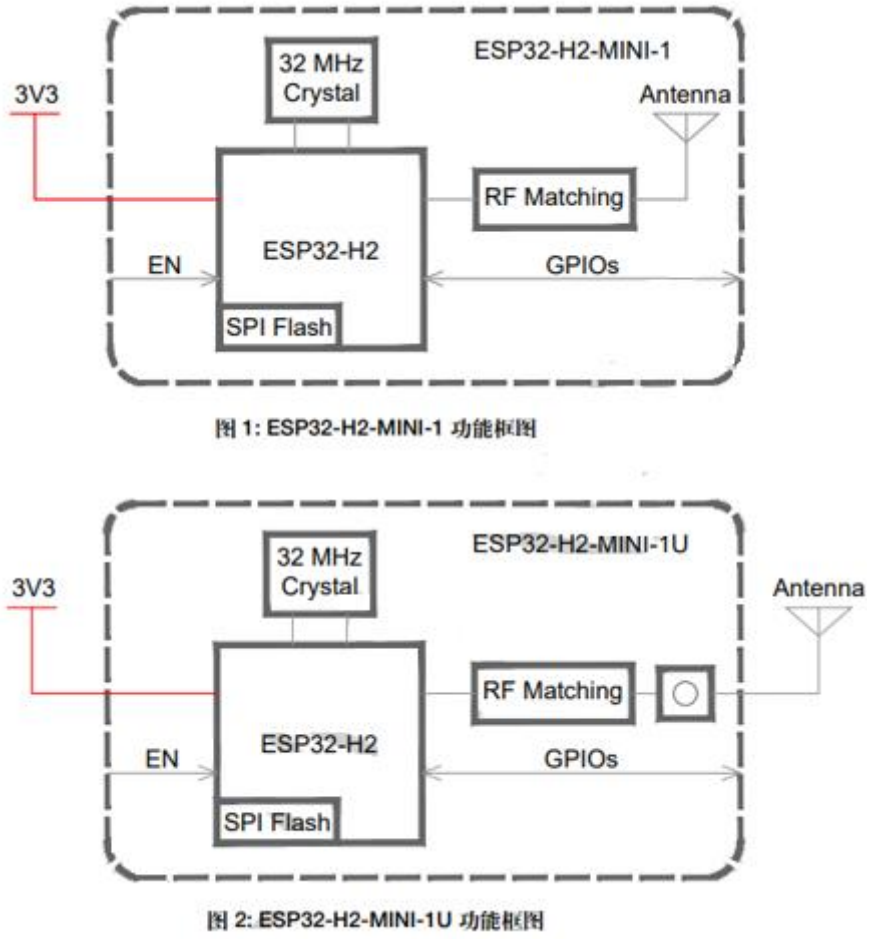


Рис. 1. Функціональна блок схема ESP32-H2-MINI-1

Висновки

Система показала себе як ефективне рішення для моніторингу і керування мікрокліматом. Комбінація точних сенсорів та логічних елементів дозволяє реалізувати автономний догляд за рослинами з мінімальним втручанням. У майбутньому планується розширити систему через мобільний застосунок та хмарні сервіси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Espressif Systems – ESP32-H2 Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32-h2 (дата звернення: 20.03.2025).
2. Sensirion – SHTC3 Datasheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sensirion.com/en/environmental-sensors/humidity-sensors/digital-humidity-sensors-for-consumer-electronics/shtc3/ (дата звернення: 20.03.2025).

3. Texas Instruments – NE555DR Datasheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ti.com/product/NE555 (дата звернення: 20.03.2025).
4. Texas Instruments – SN74LVC1G04 Datasheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ti.com/product/SN74LVC1G04 (дата звернення: 20.03.2025).
5. Zigbee Alliance – Zigbee Specification [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://csa-iot.org/all-solutions/zigbee/ (дата звернення: 20.03.2025).
6. Arduino Core Docs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.arduino.cc/ (дата звернення: 20.03.2025).
7. IoT Solutions with ESP32 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://randomnerdtutorials.com/esp32-home-automation/ (дата звернення: 20.03.2025).

Чумак Вадим Володимирович – студент групи 3АКІТР-23мс, кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: vadim2003sv@gmail.com.

Богач Ілона Віталіївна – к.т.н., доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: ilona.bogach@gmail.com.

Chumak Vadim Volodymyrovych – student of group 3AKITR-23ms, Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vadim2003sv@gmail.com

Bogach Ilona Vitaliivna – Associate Professor of Automation and Intelligent Information Technologies Department, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ilona.bogach@gmail.com.