

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ З МОБІЛЬНИМ КЕРУВАННЯМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено процес створення сенсорної системи моніторингу мікроклімату з функцією мобільного керування на базі мікроконтролера ESP32-H2-1-N2. Описано вибір енергоощадних сенсорів, реалізацію прошивки на C++ в середовищі PlatformIO (Visual Studio Code), та побудову Android-додатку для взаємодії з пристроєм через Bluetooth Low Energy. Система дозволяє відстежувати температуру, вологість повітря та вологість ґрунту в режимі реального часу. Наведено результати тестування.

Ключові слова: мікроклімат, BLE, Android, ESP32-H2-1-N2, автоматизація, сенсори, енергозбереження.

Abstract

The paper presents the development of an intelligent microclimate monitoring sensor system with mobile control, based on the ESP32-H2-1-N2 microcontroller. The system integrates low-power sensors, a C++ firmware developed in PlatformIO (Visual Studio Code), and an Android application for Bluetooth Low Energy communication. It monitors air temperature, humidity, and soil moisture in real time. Testing results are provided.

Keywords: microclimate, BLE, Android, ESP32-H2-1-N2, automation, sensors, low-power.

Вступ

Управління мікрокліматом у системах догляду за рослинами є ключовим фактором для підтримки стабільних умов росту. Сучасні рішення потребують автономності, точності вимірювань та зручного керування — зокрема, за допомогою мобільного застосунку. У роботі реалізовано систему, що включає апаратну частину (сенсори, мікроконтролер, батарейне живлення) та Android-додаток, який дозволяє в реальному часі відслідковувати параметри середовища.

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. Основні компоненти:

- ESP32-H2-1-N2 — мікроконтролер з Bluetooth Low Energy, підтримкою енергозберігаючих режимів та Arduino Core;
- SHTC3-TR-10KS — цифровий сенсор температури та вологості з I²C-інтерфейсом;
- NE555DR — таймер, використаний як елемент для вимірювання вологості ґрунту за принципом частотного генератора;
- Акумулятор Li-Ion та схема контролю заряду (TP4056);
- Android-додаток — написаний мовою Kotlin у середовищі Android Studio, дозволяє зчитувати дані з ESP32-H2-1-N2 через BLE, виводити параметри на екран і в перспективі реалізовувати керування поливом.

Основні переваги проєкту:

- Висока точність вимірювання кліматичних параметрів;
- Енергоощадна архітектура прошивки з підтримкою deep sleep;
- Зручне керування та спостереження через мобільний додаток;
- Гнучка модульна структура коду — можливість масштабування;
- Реальна перевірка працездатності в умовах домашньої теплиці.

Принципова схема пристрою наведена на рисунку 1.

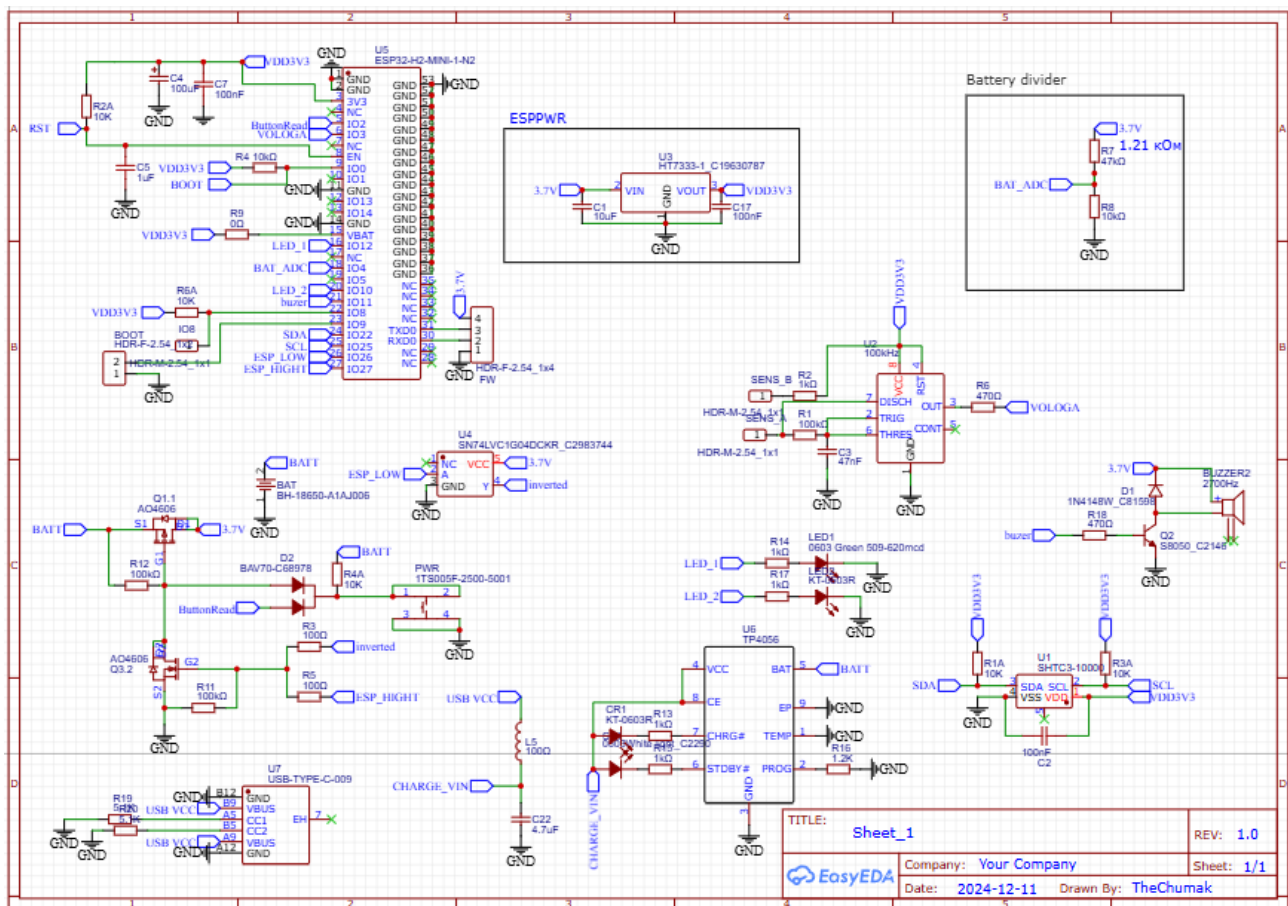


Рис. 1 – Принципова схема пристрою

Висновки

Отримана система забезпечує моніторинг мікроклімату в режимі реального часу та дозволяє користувачу контролювати стан середовища через Android-додаток. У подальшому планується додати графіки зміни параметрів, сповіщення про критичні значення та автоматизоване керування поливом. Система має потенціал для побутового використання, а також для вбудовування в більші аграрні рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Espressif Systems. **ESP32-H2 Datasheet**. 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32-h2>
- Sensirion AG. **SHTC3 Humidity and Temperature Sensor Datasheet**. – 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sensirion.com>
- Texas Instruments. **NE555DR Datasheet**. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ti.com/product/NE555>
- Arduino Documentation. **Arduino Core for ESP32**. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.arduino.cc>
- GitHub. **NimBLE-Arduino Library**. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://github.com/h2zero/NimBLE-Arduino>
- Android Developers. **Bluetooth Low Energy Guide**. – 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth/ble-overview>
- Adafruit Learning System. **Using SHTC3 with Arduino**. – 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.adafruit.com>

Чумак Вадим Володимирович – здобувач вищої освіти групи ЗАКІТР-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 Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ilona.bogach@gmail.com.