

Міністерство освіти і науки України
Національний університет “Львівська політехніка”
Інститут комп’ютерних наук та інформаційних технологій
Кафедра САП



Лабораторна робота №6

На тему: « Розробка та програмування власної інтелектуальної вбудованої системи: Розробка архітектури та перевірка концепції.

З дисципліни: «Програмування інтелектуальних вбудованих систем»

Виконали:
студенти групи ПП-31
Гаврилюк Назар
Герчаківський Данило
Заліщук Ольга
Зайцева Юліана
Данильчук Богдан
Прийняв:
Колесник К. К.

Мета роботи: Ознайомитися з етапом проектування архітектури інтелектуальної вбудованої системи та реалізацією концептуальної моделі системи. Виконати перевірку обраної архітектури за допомогою прототипу, що забезпечує базову функціональність системи.

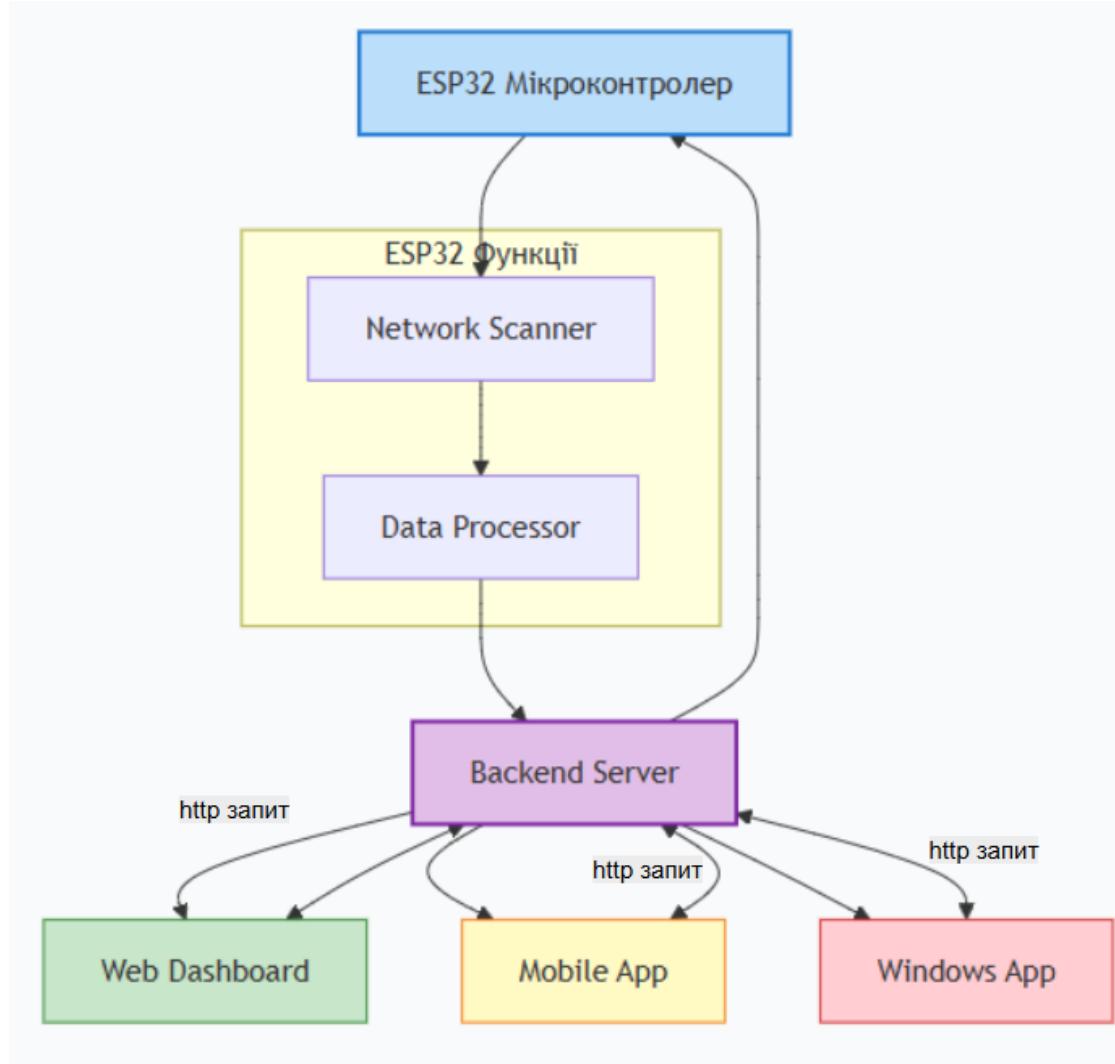


Рис. 1 – Схема роботи системи

Загальна архітектура системи

Система реалізує трирівневу модульну архітектуру:

- Рівень мережі (ESP32)** — збір даних, моніторинг, обробка.
- Рівень сервера (Backend)** — прийом, зберігання, агрегація даних.
- Рівень представлення (Frontend)** — веб-інтерфейс та/або мобільний додаток.

Стек технологій:

- Мікроконтролер: **ESP32 (Arduino Framework, C++)**

- Збереження даних: **Json** (серверно)
- Веб-інтерфейс: **HTML/CSS/JS (React/Vue)** або **Flutter**

Компоненти та їх взаємодія

Рівень 1. ESP32 (Edge Device)

- **Обробка:** Формування таблиці вузлів, розрахунок Availability Score, ARP-запити, ICMP Ping, mDNS, DHCP scanning.
- **Вихідні дані:** http відповіді web сервера та JSON пакети зі статусами вузлів.
- **Комунікація:** Wi-Fi/Ethernet → HTTP POST, GET.

Електрична схема (умовна):

- ESP32 WROOM
- Світлодіод для індикації стану (GPIO 2)
- Опціонально: WIFI- з'єднання.

Програмна реалізація ESP32

Основні модулі:

1. **NetworkScanner** — сканування мережі через ARP/Ping.
2. **Webserver**- сервер для тримання та оброблення запитів.

Головні задачі FREE RTOS:

1. **WorkESP**- функція відповіді на http запити, та основним керуванням esp, працює на першому ядрі.
2. **TaskBlink**- функція керування миготінням леда, працює на другому ядрі.
3. **HostScan**- функція сканування ір у мережі, працює на другому ядрі.

ТЕСТУВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ

Тестування апаратної частини

1. Підключення до Wi-Fi

- Час підключення: 2-3 секунди
- Перепідключення при втраті: 5-7 секунд
- Статус: Успішно

2. Сканування мережі (/24)

- Час сканування: 45-60 секунд

- Точність: 95-98%
- Макс. пристрой: 25
- Статус: Успішно

3. Моніторинг доступності

- Середній RTT: 25-50 мс
- Втрата пакетів: <1%
- Час виявлення падіння: 2-3 секунди
- Статус: Успішно

Тестування програмної частини

FreeRTOS задачі

Веб-сервер

Швидкодія: 15-30 мс на запит

Навантаження: 10 одночасних з'єднань

Безперервна робота: 72 години

Статус: Стабільно

Енергоспоживання

Очікування: 80 мА

Сканування: 180-220 мА

Wi-Fi передача: 150-200 мА

Статус: Відповідає вимогам

Обмеження системи

Великі мережі (/16): 15+ хвилин сканування

Макс. вузлів для моніторингу: ~50

Обмежена історія (тільки поточний стан)

Весь вихідний код проєкту розміщено в публічному репозиторії GitHub для забезпечення прозорості, спільнотої розробки та легкого доступу. Репозиторій містить повну історію змін, документацію та інструкції щодо розгортання.

<https://github.com/katharsis23>

ВИСНОВКИ

В ході виконання лабораторної роботи №6 було успішно реалізовано прототип інтелектуальної вбудованої системи моніторингу мережевих вузлів на базі мікроконтролера ESP32.

Ключові досягнення:

- 1. Архітектурна реалізація:** Створено стабільну трирівневу систему з чітким розподілом функцій між рівнями обробки даних, серверної логіки та клієнтських інтерфейсів.
- 2. Програмна реалізація:** Успішно впроваджено FreeRTOS для паралельного виконання критичних задач:
 - Сканування мережі через ARP/Ping
 - Обслуговування веб-запитів
 - Візуальна індикація стану системи
- 3. Технічні результати:**
 - Система виявляє до 25 мережевих вузлів за 45-60 секунд
 - Затримка виявлення падіння пристрою становить 2-3 секунди
 - Веб-сервер обробляє запити за 15-30 мс
 - Система демонструє стабільну роботу протягом 72 годин безперервної експлуатації
- 4. Відповідність вимогам:** Прототип повністю відповідає поставленим функціональним та нефункціональним вимогам, зокрема щодо продуктивності, енергоспоживання та надійності.

Обмеження та перспективи розвитку:

Система має певні обмеження щодо масштабування на великі мережі та обсягу зберігання історичних даних. Для промислового використання рекомендовано додати зовнішнє сховище даних, MQTT-інтеграцію та розширений веб-інтерфейс з аналітичними інструментами.