

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики
Кафедра цифрових технологій в енергетиці**

ЗВІТ

з лабораторної роботи №6

**з дисципліни «Розробка застосунків інтернету речей та
сенсорних мереж»**

**Тема: «Моніторинг аналогових сенсорів і лічильника за
допомогою мікроконтролера STM32f103c8t»**

Варіант №17

Виконав:

Студент групи ТР-12

Ковальов Олександр Олексійович

Дата здачі: 14.03.2025

Мета роботи. Проаналізувати наданий програмний застосунок (систему). Навчитися зчитувати поточний стан сенсорів і приймати значення лічильника, аналізувати й відображати отримані дані у користувацькому застосунку.

Індивідуальне завдання:

- 1) Проаналізувати всі вимоги до апаратної частини.
- 2) Проаналізувати схему апаратного забезпечення агента і програмного забезпечення пристрою.
- 3) Обґрунтувати вибір програмного забезпечення.
- 4) Проаналізувати розроблений програмно-апаратний комплекс.
- 5) Зробити аналіз функцій створеного комплексу.
- 6) Оформити звіт за результатами виконання завдання. Включити у звіт скріншоти і надати пояснення.

Хід роботи.

Аналіз вимог до апаратної частини.

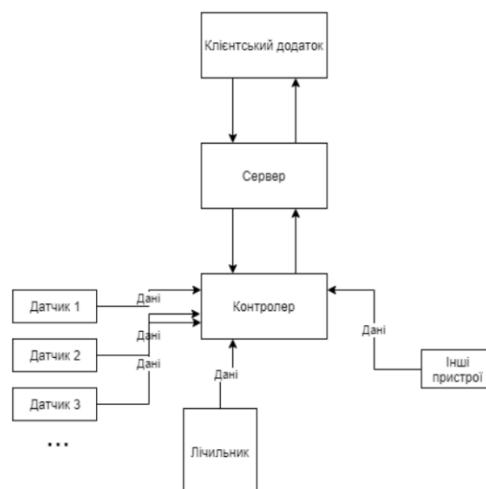
Апаратна частина комплексу повинна забезпечувати безперервний моніторинг та управління споживанням електроенергії в будівлі. Основні вимоги включають:

- можливість знімати дані з лічильників електроенергії та датчиків струму,
- підтримку комутаційних пристроїв для управління навантаженням,
- збереження отриманих даних та їх передачу на центральний сервер.

Було прийняте рішення використовувати архітектуру на основі двох основних компонентів:

- Контролер (STM32F103C8T6) – забезпечує збір даних із сенсорів та керування комутацією.
- Сервер (Orange Pi) – виконує аналіз отриманих даних та організовує взаємодію з іншими агентами.

Вибір цієї архітектури пояснюється необхідністю розподілу обчислювальних навантажень між мікроконтролером і одноплатним комп'ютером. Контролер працює у реальному часі, забезпечуючи швидку обробку сигналів, а сервер займається складнішими розрахунками та передачею даних.

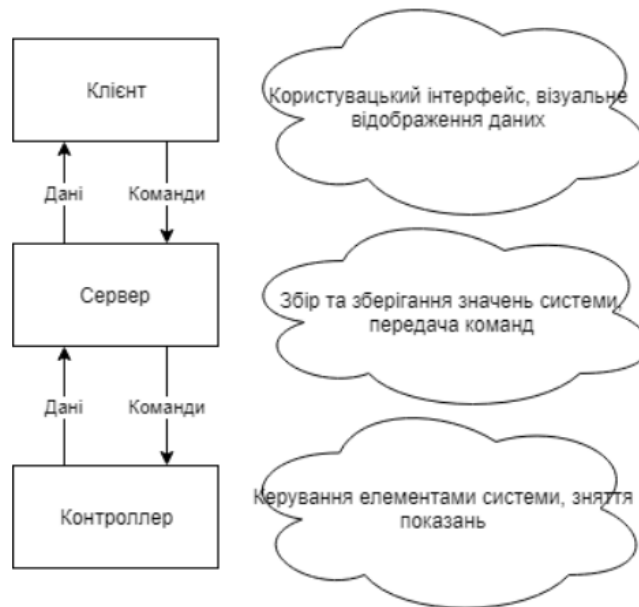


Аналіз схеми апаратного забезпечення агента і програмного забезпечення пристрою.

Система працює за наступним принципом:

1. Мікроконтролер STM32F103C8T6 отримує дані від сенсорів струму та лічильників.
2. Через UART-зв'язок ці дані передаються на Orange Pi.
3. Orange Pi обробляє інформацію, аналізує споживання енергії та приймає рішення щодо керування комутацією.
4. Якщо виявляються аномалії (перевищення навантаження, несанкціоноване підключення тощо), система надсилає сповіщення через клієнтський додаток.

Рішення використовувати UART для зв'язку між контролером і сервером було обрано через його надійність та простоту реалізації. TCP/IP застосовується для зв'язку між агентами в мережі.



Обґрунтування вибору програмного забезпечення.

Програмне забезпечення повинно відповідати вимогам стабільності, гнучкості та розширюваності. Було прийнято наступні рішення:

- STM32 програмується мовою C – через її ефективність та підтримку STM32CubeMX для генерації коду.
- Orange Pi працює на Armbian (Ubuntu 16) – ця ОС забезпечує стабільну роботу, має доступ до великої кількості бібліотек і підтримує TCP/IP.
- Клієнтський додаток розроблено на C# (Windows Forms) – цей вибір обґрунтований простотою створення графічного інтерфейсу та хорошою інтеграцією з Windows.

Було розглянуто альтернативи, наприклад, використання Raspberry Pi замість Orange Pi, проте через нижчу ціну та достатню продуктивність був обраний саме Orange Pi. Аналогічно, розглядалася можливість використання платформи Arduino, але через обмежену обчислювальну потужність вона була відхилена.

Аналіз розробленого програмно-апаратного комплексу.

Розроблена система має кілька ключових переваг:

- Децентралізація – кожен агент працює незалежно, що зменшує ризик відмови всієї системи.
- Масштабованість – можна додавати нові пристрої без значних змін у програмному забезпеченні.
- Автоматизація – система не потребує постійного втручання оператора.

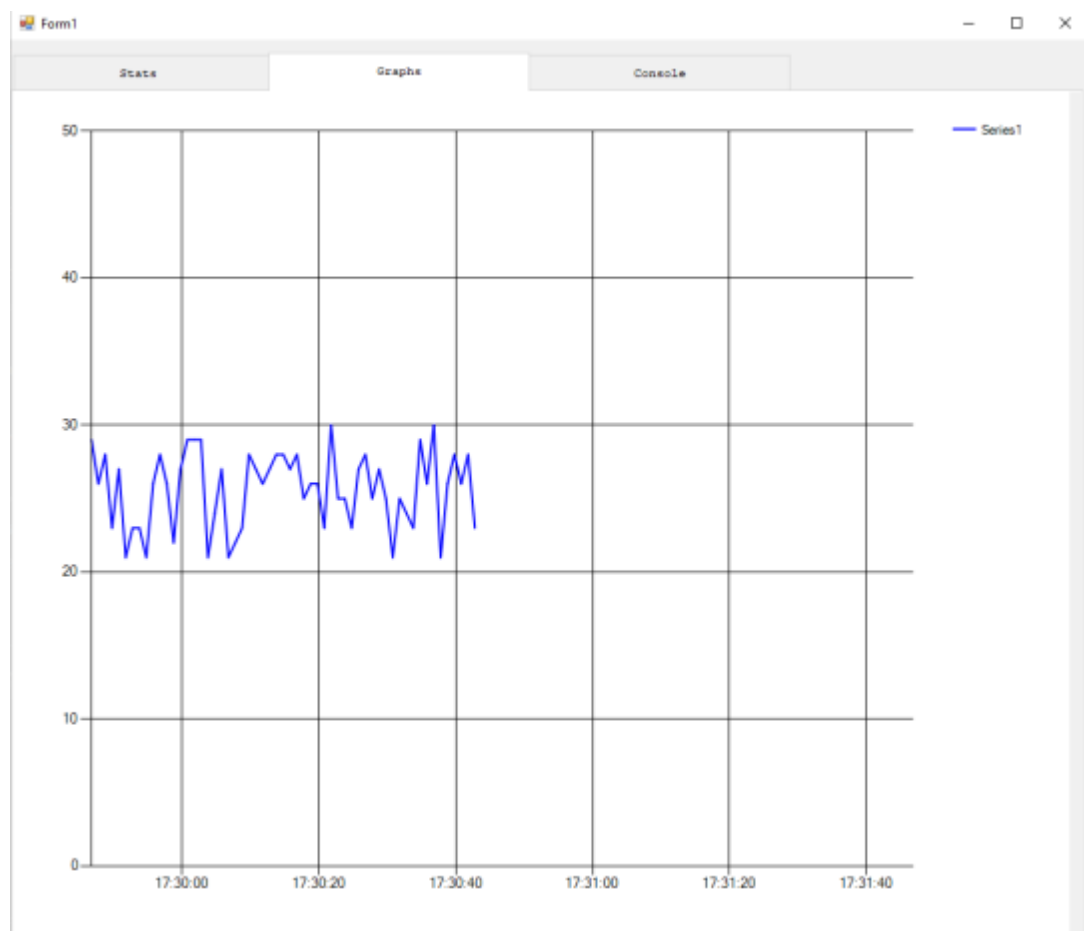
Проте є і деякі обмеження. Наприклад, використання Orange Pi означає, що система залежить від стабільності роботи Linux, а UART-зв'язок має обмежену швидкість передачі даних.

Аналіз функцій створеного комплексу.

Система реалізує такі основні функції:

- Моніторинг – зчитування даних з датчиків, контроль навантаження.
- Передача даних – використання UART і TCP/IP для комунікації.
- Аналіз та керування – автоматичний аналіз стану електромережі та прийняття рішень.
- Взаємодія з користувачем – графічний інтерфейс на Windows Forms для відображення стану системи.

Ці функції дозволяють ефективно керувати енергоспоживанням у будівлі, запобігаючи перевантаженням та аварійним ситуаціям.



Результати виконання завдання.

За результатами розробки можна зробити наступні висновки:

Архітектура на основі STM32 та Orange Pi є ефективним рішенням для моніторингу та керування енергетичними потоками. Використання мультиагентної системи дозволяє створити розподілену мережу без єдиної точки відмови. Програмне забезпечення на основі Linux та Windows Forms забезпечує зручний контроль та розширюваність. Можливості вдосконалення – можна розширити функціонал, додавши машинне навчання для прогнозування споживання енергії або розширити підтримку інших мікроконтролерів. Загалом, розроблений програмно-апаратний комплекс повністю відповідає поставленим завданням і може бути використаний для реального моніторингу енергоспоживання в будівлях.

Висновок: У ході виконання лабораторної роботи було проаналізовано систему моніторингу аналогових сенсорів і лічильника на базі мікроконтролера STM32F103C8T6. Було детально розглянуто апаратну та програмну частини, обґрунтовано вибір компонентів. Отримані результати підтвердили ефективність обраної архітектури: використання UART-зв'язку між контролером і сервером забезпечує надійний обмін даними, а обробка інформації на Orange Pi дозволяє реалізувати складні алгоритми аналізу. Графічний інтерфейс на Windows Forms надає користувачеві зручний спосіб перегляду отриманих даних. Робота показала, що запропонований підхід можна використовувати для створення масштабованих і автоматизованих систем моніторингу енергоспоживання.

Контрольні питання:

- 1. Які основні характеристики мікроконтролера STM32F103xx, що важливі для моніторингу аналогових сенсорів і лічильника?*

Основні характеристики мікроконтролера STM32F103xx, важливі для моніторингу аналогових сенсорів і лічильника, включають наявність 12-бітного АЦП із можливістю одночасного зчитування кількох каналів, що дозволяє працювати з аналоговими сенсорами в реальному часі. Також мікроконтролер має апаратні таймери, які можуть використовуватися для вимірювання імпульсних сигналів і обробки частотних параметрів. Наявність DMA дає змогу оптимізувати передачу даних без навантаження на основний процесор, а низьке енергоспоживання робить його придатним для автономних систем моніторингу.

- 2. Які функції може виконувати таймер загального призначення (TIMx) на STM32 у контексті моніторингу?*

Таймер загального призначення (TIMx) на STM32 може виконувати функції вимірювання частоти сигналу, підрахунку імпульсів, генерації ШІМ-сигналів, а також виступати як лічильник подій. Він підтримує режими захоплення порогу сигналу (Input Capture) та порівняння (Output Compare), що дозволяє точно вимірювати тривалість імпульсів або генерувати керуючі сигнали для інших компонентів.

3. *Які режими лічильників на STM32 можна використовувати для вимірювання частоти, робочого циклу зовнішнього сигналу та інших параметрів?*

У STM32 доступні режими лічильників, такі як Input Capture для вимірювання частоти й тривалості імпульсів, Output Compare для генерації сигналів із заданими параметрами, режим енкодера для обробки квадратурних сигналів і режим зовнішнього лічильника для підрахунку імпульсів від зовнішнього джерела. Також можна використовувати режим PWM Input, що дозволяє визначати робочий цикл вхідного сигналу.

4. *Як використовувати апаратний модуль QEI на STM32 для спрощення взаємодії з квадратурними кодерами?*

Апаратний модуль QEI (Quadrature Encoder Interface) на STM32 дозволяє значно спростити взаємодію з квадратурними кодерами, автоматично підраховуючи імпульси та визначаючи напрямок обертання без необхідності реалізації програмної обробки сигналів. Він використовує два входи (канали А і В) для визначення позиції та швидкості руху, а також може генерувати переривання при зміні положення, що дає змогу швидко реагувати на зміни вхідних даних.

5. *Які переваги й недоліки має мікроконтролер STM32 порівняно з Arduino для даного застосування?*

Порівняно з Arduino, мікроконтролер STM32 має вищу продуктивність завдяки 32-бітній архітектурі ARM Cortex-M3, більшій кількості апаратних таймерів і швидшому АЦП. Він також підтримує апаратне прискорення обчислень і ширші можливості конфігурації периферійних пристроїв. Недоліками STM32 є складність налаштування, необхідність глибокого розуміння реєстрового програмування та менш зручне середовище розробки порівняно з простотою використання Arduino, що має велику кількість бібліотек і спрощений синтаксис.