

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ У СИСТЕМАХ СЕНСОРНОГО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЦЕСАМИ

Ярмішко Я.В – гр. МгКІ-24, бакалавр, yaro0997@gmail.com
Ничеглод В.В. – PhD, ст. викладач., nicheglod.vv@knutd.edu.ua
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета дослідження порівняльний аналіз технічних та функціональних характеристик мікроконтролерів Arduino Mini та ESP32 для визначення їх придатності до застосування у системах сенсорного управління виробничими процесами.

У сучасних виробничих системах автоматизація все частіше реалізується на основі мікроконтролерних платформ, що забезпечують сенсорне керування процесами в режимі реального часу. Завдяки розвитку технологій Інтернету речей (IoT) виникла потреба у створенні компактних, енергоощадних і взаємопов'язаних пристроїв, здатних здійснювати збір, обробку та передавання даних. Серед популярних рішень для таких систем особливе місце займають мікроконтролери Arduino Mini та ESP32, які мають різні архітектурні підходи та технічні можливості, але однаково придатні для побудови сенсорних модулів керування.

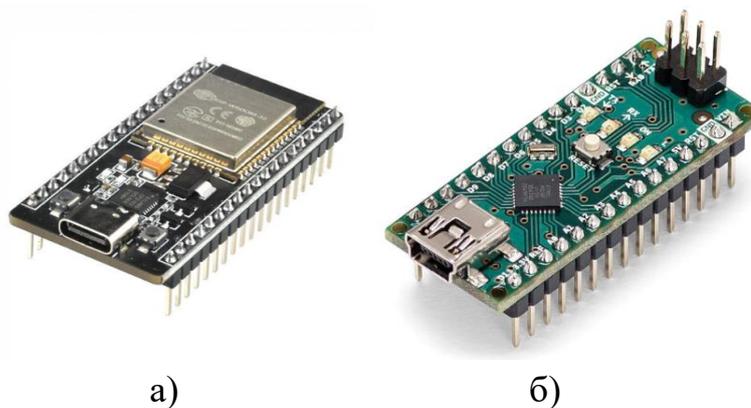


Рисунок 1 – Загальний вид мікроконтролерів:
а) ESP32; б) Arduino Mini

Попри простоту архітектури та обмежену обчислювальну потужність, Arduino Mini залишається ефективним інструментом для побудови базових сенсорних вузлів і навчальних стендів. Проте зі зростанням вимог до швидкодії, кількості підключених датчиків і необхідності передачі даних у бездротових мережах постає потреба у використанні більш потужних платформ. Одним із таких рішень є мікроконтролер ESP32, який поєднує

високу продуктивність і широкі можливості комунікації, що робить його перспективним для промислових застосувань і систем Інтернету речей.

Детальний опис характеристик мікроконтролерів приведено в таблиці 1.

Таблиця 1 Таблиця характеристик мікроконтролерів

Параметр	Arduino Mini	ESP32
Архітектура	8-бітна (ATmega328)	32-бітна (Xtensa LX6, двох ядерна)
Тактова частота	16 МГц	До 240 МГц
Оперативна пам'ять (RAM)	2 кБ	До 520 кБ
Флеш-пам'ять	32 кБ	До 4 МБ
Живлення	5 В або 3.3 В	3.3 В
Інтерфейси вводу/виводу	14 цифрових, 6 аналогових	Понад 30 програмованих GPIO
Бездротові модулі	Відсутні (підключаються зовні)	Вбудовані Wi-Fi і Bluetooth
Енергоспоживання	Низьке, без енергозбереження	Підтримка енергоощадних режимів (Deep Sleep)
Програмне середовище	Arduino IDE	Arduino IDE, ESP-IDF, MicroPython
Сфера застосування	Навчальні проекти, компактні пристрої	Промислові IoT-системи, сенсорні мережі, хмарні сервіси

Мікроконтролер Arduino Mini побудований на основі 8-бітного процесора ATmega328 із тактовою частотою 16 МГц, 32 кБ флеш-пам'яті та 2 кБ оперативної пам'яті. Його головною перевагою є надзвичайно малі габарити, що дозволяє інтегрувати пристрій у компактні системи, наприклад у вбудовані датчики або вузли локальної автоматики. Arduino Mini має достатню кількість цифрових і аналогових входів/виходів для під'єднання сенсорів температури, вологості, освітленості чи тиску, а також підтримує роботу з зовнішніми модулями зв'язку, такими як Bluetooth або Wi-Fi-модулі типу ESP8266. Разом із тим, обмежені ресурси пам'яті та відсутність вбудованого бездротового інтерфейсу зменшують ефективність використання Arduino Mini у масштабних розподілених системах керування.

Натомість ESP32 належить до нового покоління мікроконтролерів і поєднує високу продуктивність із розширеними комунікаційними можливостями. Пристрій має двоядерний 32-бітний процесор із тактовою частотою до 240 МГц, обсяг оперативної пам'яті до 520 кБ та інтегровані модулі Wi-Fi і Bluetooth. Завдяки цьому ESP32 може працювати як центральний вузол сенсорної мережі, забезпечуючи бездротовий зв'язок між датчиками, передавання інформації на сервер або в хмарне сховище та виконання алгоритмів керування у реальному часі. У виробничих умовах це дає змогу створювати автономні системи моніторингу параметрів середовища, контролю температури, вологості чи рівня освітлення без використання додаткових контролерів або комунікаційних модулів.

Проведене порівняння свідчить, що Arduino Mini доцільно використовувати в локальних задачах, де важливі компактність і простота реалізації, тоді як ESP32 має суттєві переваги при розробленні інтегрованих мережевих систем сенсорного управління виробництвом. Вибір платформи визначається насамперед вимогами до обчислювальних ресурсів, енергоспоживання та способів передачі даних у конкретній виробничій інфраструктурі.

Висновок. Проведене порівняння показало, що мікроконтролер ESP32 є більш сучасним і функціонально гнучким рішенням. Завдяки потужнішій 32-бітній архітектурі, вищій тактовій частоті, наявності вбудованих модулів Wi-Fi та Bluetooth, а також підтримці енергоощадних режимів, ESP32 забезпечує ширші можливості для створення інтелектуальних сенсорних систем у промисловому середовищі.

Список використаних джерел:

1. Banzi M., Shiloh M. Getting Started with Arduino. – 3rd ed. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2014. – 262 p.
2. Kolban N. Kolban's Book on ESP32. – Austin: Kolban Technical Publications, 2018. – 600 p.
8. Monk S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. – 2nd ed. – New York: McGraw-Hill Education, 2016. – 256 p.