

Tích hợp cảm biến khí gas tự động mở cửa cuốn trên vi điều khiển ESP8266

Integrating gas sensor to be automatically opened the rolling door on the ESP8266 microcontroller

Lương Phước Toàn^{1,*}

¹Khoa Công Nghệ, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

*Tác giả liên hệ: luongphuoctoan@mtu.edu.vn

■ Nhận bài: 15/04/2025 ■ Sửa bài: 29/05/2025 ■ Duyệt đăng: 12/08/2025

TÓM TẮT

Trong bài này, vi điều khiển ESP8266 được dùng để điều khiển cửa cuốn bằng ứng dụng Blynk và bằng nút nhấn cơ. Chương trình điều khiển được lập trình trên phần mềm mã nguồn mở Arduino IDE, có tích hợp chức năng tự động mở cửa cuốn khi cảm biến khí gas nhận được nồng độ định trước. Kết quả nghiên cứu là tạo ra bộ điều khiển cửa cuốn thay thế bộ điều khiển cơ được sử dụng trong các hộ gia đình hiện nay.

Từ khóa: *Lập trình nhúng, vi điều khiển ESP8266, cảm biến khí gas.*

ABSTRACT

This article, the ESP8266 microcontroller is applied to control the rolling door using both the Blynk application and push button control. The program is written in the open-source Arduino IDE software. Then, the rolling door is automatically opened when the gas level exceeds a predetermined threshold. The research results created the rolling door controller that used to replace push button control in households today.

Keywords: *Embedded programming, the ESP8266 microcontroller, gas sensor.*

1. GIỚI THIỆU

Lập trình nhúng IoT (Internet of Things) là lĩnh vực kết hợp giữa kỹ thuật lập trình và phần cứng để tạo ra các thiết bị thông minh có khả năng kết nối Internet. Các hệ thống nhúng thường sử dụng vi điều khiển như ESP8266, ESP32, Arduino hay Raspberry Pi để thu thập dữ liệu từ cảm biến và điều khiển thiết bị ngoại vi. Khi kết nối với Internet, các thiết bị IoT có thể gửi dữ liệu lên máy chủ, tương tác qua ứng dụng di động để thực hiện các thao tác tự động theo chương trình đã cài đặt. Lập trình nhúng IoT được ứng dụng rộng rãi trong nhà thông minh, nông nghiệp, công nghiệp và chăm sóc sức khỏe. Đây là lĩnh vực tiềm năng trong thời đại công nghiệp 4.0, giúp kết nối thế giới vật lý với thế giới số một cách linh hoạt và sáng tạo. Hiện nay, các nhà phát triển sản phẩm xây

dựng chương trình (code) điều khiển bằng phần mềm/ngôn ngữ lập trình khác nhau để nhúng (nạp code) vào các vi điều khiển như: Arduino IDE, Micro Python, Matlab,... [1], [2] kết hợp phần cứng cũng rất đa dạng về tính năng, chủng loại. Có thể kể đến như tác giả Hoàng Công Thành [3] xây dựng hệ thống giám sát nhiệt độ, độ ẩm và điều khiển thiết bị điện qua Internet dùng mô-đun NodeMCU ESP8266; trong đó, tác giả sử dụng phần mềm lập trình Arduino IDE để viết mã nguồn cho mô-đun NodeMCU ESP8266. Dự án này kết hợp mô-đun NodeMCU ESP8266 và Google Assistant để tạo một hệ thống IoT cho phép người dùng điều khiển thiết bị qua giọng nói, đồng thời sử dụng cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11 để giám sát nhiệt độ và độ ẩm tại vị trí hiện tại. Dữ liệu từ cảm biến được xử lý và gửi lên Server Blynk, cho phép người dùng

truy cập và kiểm soát thiết bị từ xa thông qua Internet. Ngoài ra công trình nghiên cứu của tác giả Huỳnh Nhật Tùng [4] đã xây dựng hệ thống giám sát nhịp tim và oxy trong máu qua Internet bằng ESP8266 kết hợp với các cảm biến MAX30100 được sử dụng để đo nhịp tim và nồng độ Oxy trong máu, truyền dữ liệu lên ứng dụng Blynk và hiển thị trên màn hình OLED. Ở ngoài nước, có công trình của A. AbuSneineh, et al., [5] đã phát triển hệ thống giám sát thủy canh thông minh, có khả năng theo dõi và quản lý các thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, độ pH và mức nước, dùng ESP32 (phiên bản mới của vi điều khiển ESP8266); sử dụng ứng dụng Blynk để giám sát, điều khiển hệ thống phần cứng. Ngoài ra, còn có công trình của B. Siswanto, et al., [6] thu thập bộ dữ liệu thực nghiệm về chất lượng nước trong ao nuôi cá kết hợp trồng rau thủy (aquaponics). Dữ liệu được thu thập bằng hệ thống cảm biến, sử dụng ESP8266 NodeMCU là bộ điều khiển trung tâm để đo các thông số pH, TDS (tổng chất rắn hòa tan) và nhiệt độ nước. Tác giả I. Anshory et al., [7] tối ưu hóa hiệu suất hấp thụ năng lượng mặt trời của hệ thống pin quang điện (PV) thông qua cơ chế theo dõi mặt trời 2 trục (dual-axis), sử dụng vi điều khiển ESP8266 và 04 cảm biến ánh sáng LDR để xác định vị trí mặt trời, điều khiển hai động cơ servo (trục ngang/dọc) để điều chỉnh góc nghiêng tấm pin. Dữ liệu điện áp, dòng điện, nhiệt độ được thu thập và truyền qua ứng dụng Blynk để giám sát thời gian thực.

Nghiên cứu này nhằm phát triển một hệ thống điều khiển cửa cuốn bằng ứng dụng Blynk, có tích hợp cảm biến khí gas. Hệ thống cho phép cửa tự động mở khi cảm biến phát hiện nồng độ khí gas đạt đến ngưỡng đã thiết lập. Trong đó, phần cứng sử dụng là vi điều khiển ESP8266 và module rơ - le 4 kênh, được đấu nối với công tắc cơ để điều khiển cơ cấu vận hành của cửa cuốn. Về phần mềm, chương trình được viết trên nền tảng Arduino IDE và nạp vào vi điều khiển ESP8266, cho phép thiết bị giao tiếp với ứng dụng Blynk - một nền tảng mã nguồn mở cài đặt trên điện

thoại thông minh (có thể tải từ CH Play hoặc App Store).

Hệ thống đã được thử nghiệm thực tế nhằm đánh giá độ nhạy và độ ổn định trong quá trình hoạt động lâu dài.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

IoT là một mô hình mạng kết nối các thiết bị vật lý thông qua Internet để thu thập, trao đổi và xử lý dữ liệu nhằm tự động hóa hoặc tối ưu hóa các tác vụ cụ thể. Trong ngữ cảnh nhà thông minh, hệ thống IoT cho phép người dùng giám sát và điều khiển các thiết bị điện tử như đèn chiếu sáng, quạt, điều hòa, cảm biến môi trường, hệ thống an ninh,... thông qua giao diện từ xa như điện thoại thông minh hoặc trình duyệt web.

Trong bài này, một hệ thống IoT ứng dụng trong nhà thông minh gồm hai thành phần: (1) Phần cứng gồm: Vi điều khiển ESP8266, cảm biến khí Gas-MQ5, rơ-le 04 kênh; (2) Phần mềm: Sử dụng nền tảng điện toán đám mây Blynk (Blynk cloud) để xử lý dữ liệu cảm biến, tạo giao diện người dùng trên ứng dụng Blynk (Blynk App), cụ thể như sau:

2.1. Phần cứng

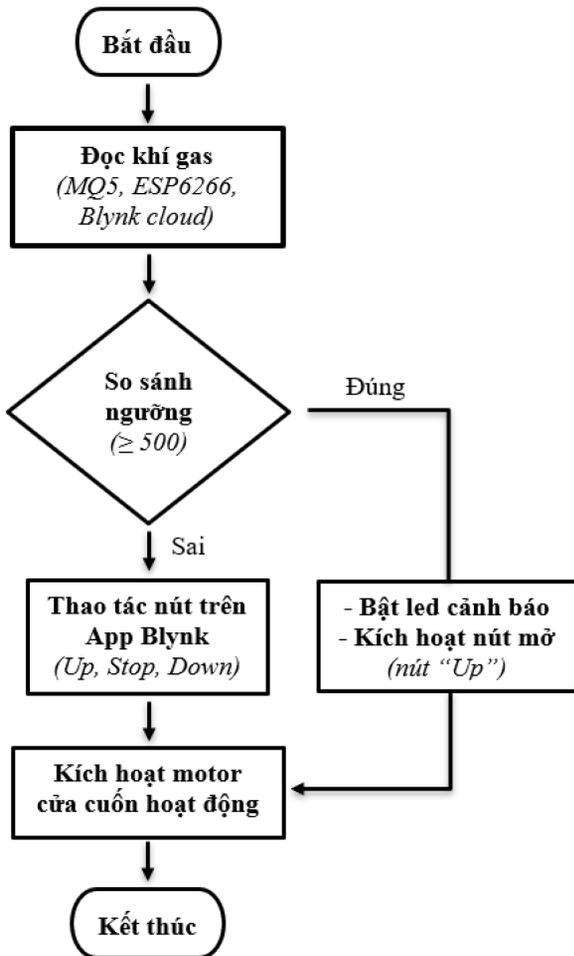
Gồm các module:

- Vi điều khiển ESP8266 (NodeMCU ESP8266) có tích hợp Wi-Fi do Espressif Systems phát triển, có CPU 32-bit, xung nhịp 80-160 MHz, RAM 80 KB và hỗ trợ giao tiếp UART, SPI, I2C [8]. Nó có thể chạy độc lập hoặc làm module Wi-Fi cho vi điều khiển khác. Với giá rẻ, kích thước nhỏ và thư viện mã nguồn mở, ESP8266 được sử dụng rộng rãi trong nhà thông minh, điều khiển từ xa và hệ thống cảm biến kết nối Internet. Trong nghiên cứu này, NodeMCU ESP8266 được sử dụng có 30 chân như Hình 1, được phân chia thành 05 nhóm: (1) Các chân nguồn như Vin (5V), 3V3 (3.3V), GND; (2) Các chân GPIO (17 chân) từ GPIO0 đến GPIO16; (3) Các chân giao tiếp: UART (TX, RX), I2C (D1 - D2), SPI (D5 - D8); (4) Chân analog: A0 (ADC 0-1V); Và nhóm 5 là 02 chân điều khiển, RST và EN.

ESP6266 được liên kết với Auth Token riêng biệt (một chuỗi mã dài). Token này được nạp vào trong mã nguồn của ESP8266 để thiết bị kết nối với cloud.

2.3. Lưu đồ thuật toán

Hệ thống điều khiển cửa cuốn dùng vi điều khiển ESP8266 có tích hợp cảm biến khí gas – MQ5 được mô tả bằng lưu đồ thuật toán như Hình 4, cụ thể:



Hình 4. Lưu đồ thuật toán

Sau khi hệ thống khởi động ổn định, bước đầu tiên **Đọc khí gas** bằng cảm biến MQ5, vi điều khiển ESP8266, và gửi dữ liệu lên Blynk Cloud; Bước tiếp theo là **So sánh ngưỡng** - So sánh giá trị khí gas đọc được với ngưỡng đặt trước (≥ 500), khi đó sẽ **Rẽ nhánh** dựa trên kết quả so sánh:

- Nếu đúng (≥ 500):

Bật LED cảnh báo.

Tự động kích hoạt nút “mở cửa” (nút “Up”) trên hệ thống.

- Nếu sai (< 500):

Chờ thao tác từ người dùng thông qua các nút trên ứng dụng Blynk (Up - mở, Stop - dừng, Down - đóng).

Bước kế tiếp là **Kích hoạt motor cửa cuốn** - thực hiện điều khiển motor cửa cuốn dựa trên tín hiệu nhận được (tự động hoặc người dùng thao tác).

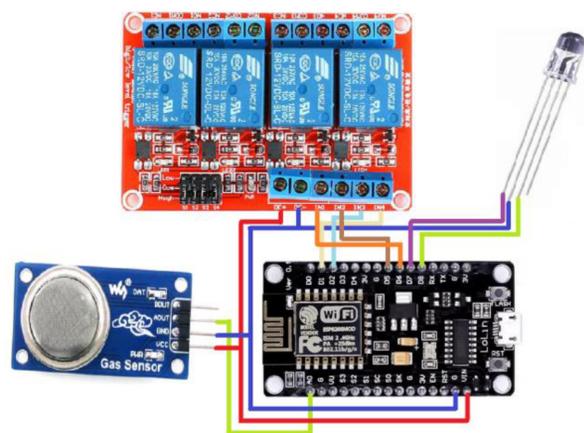
Bước cuối cùng là **Kết thúc** - quy trình hoàn tất sau khi motor cửa cuốn được điều khiển.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Lưu đồ thuật toán vừa trình bày bên trên, mục này mô tả các bước hoàn thành một bộ điều khiển cửa cuốn có tích hợp cảm biến khí gas như sau:

Bước 1: Đấu nối phần cứng

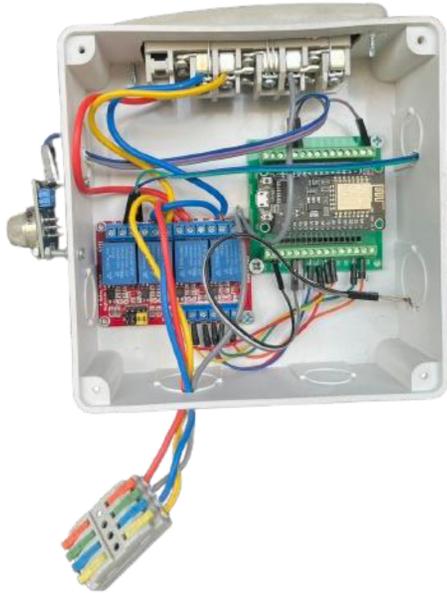
Với 03 module được mô tả trong Mục 2 (ESP8266, MQ5, Rơ-le 04 kênh), bộ điều khiển cửa cuốn tích hợp cảm biến khí gas có sơ đồ đấu nối như Hình 5. Trong đó, ESP8266 sử dụng các chân D1, D2, D5, D6 nối với 04 chân tín hiệu vào của rơ le; chân A₀ nối với chân tín hiệu tương tự AOUT của biến khí gas MQ 5; chân G và VIN được dùng để cấp nguồn cho cảm biến MQ 5. Ngoài ra, Led báo cảm biến cũng được kết nối với chân D7, D8 của ESP8266.



Hình 5. Sơ đồ đấu nối phần cứng

Sản phẩm thực tế sau khi đấu nối, sắp xếp các mô đun vào trong hộp nhựa như Hình 6. Trong đó, sử dụng 03 kênh của rơ-le để đấu nối song song với 03 nút điều khiển cơ của cửa cuốn, 01 kênh dùng làm công tắc điều khiển

(Hình 6a) trên ứng dụng Blynk. Với cách đấu nối vừa mô tả giúp điều khiển cửa cuốn bằng cả 02 cách là điều khiển cửa cuốn từ xa thông qua ứng dụng Blynk và điều khiển bằng nút nhấn cơ truyền thống. Thêm vào đó, cửa cuốn tự động mở khi cảm biến khí gas nhận được nồng độ định trước.



(a) Bên trong hộp lắp đặt các module



(b) Bên ngoài hộp

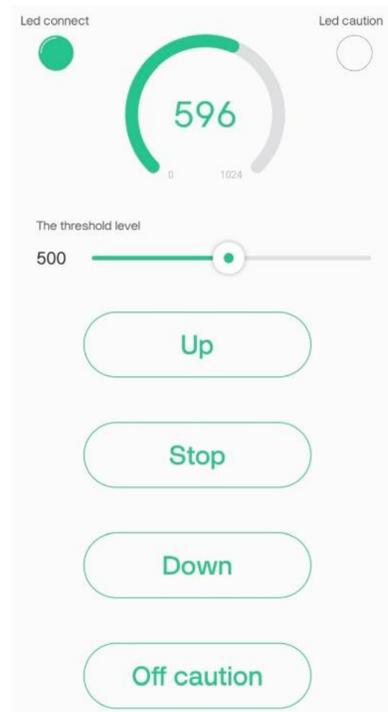
Hình 6. Bộ điều khiển cửa cuốn tích hợp cảm biến khí gas

Sản phẩm ứng dụng được thu xếp trong hộp nhựa (Hình 6b), đấu nối và chờ 04 dây với 04 màu khác nhau tương thích với dây của motor điều khiển cửa cuốn.

Bước 2: Chương trình nhúng được lập

trình trên nền tảng Arduino IDE gồm các chức năng: Điều khiển cửa cuốn (lên, xuống, dừng) từ xa thông qua kết nối Wifi qua ứng dụng Blynk; Giám sát nồng độ khí gas bằng cảm biến MQ5; Cảnh báo khi khí gas vượt ngưỡng (bật đèn đỏ, gửi cảnh báo qua Blynk), đồng thời mở cửa cuốn; Hiển thị trạng thái kết nối và cho phép bật/tắt chế độ cảnh báo.

Bước 3: Đăng ký tài khoản trên <https://blynk.io/> và khai báo các biến. Tải ứng dụng Blynk (trên CH Play hoặc Appstore) thiết lập giao diện cho dự án như Hình 7 (gồm các nút điều khiển Up, Stop, Down, tắt/mở cảnh báo (Off/On caution); thanh đặt ngưỡng (The threshold level); các nút trạng thái Led connect, Led caution).



Hình 7. Giao diện người dùng được thiết lập trên Blynk

3.1. Kết quả đạt được

Sử dụng cảm biến MQ5 giám sát khí gas và điều khiển cửa cuốn thông minh đã được triển khai, lắp đặt trên bộ cửa cuốn sử dụng trong gia đình. Các kết quả kiểm tra thực tế cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, phản hồi nhanh và có khả năng cảnh báo sớm, góp phần tăng cường tính an toàn trong không gian sống.

Sau quá trình kiểm thử liên tục trong 60

ngày, hệ thống duy trì kết nối ổn định với nền tảng Blynk Cloud. Các lệnh điều khiển cửa cuốn từ xa thông qua ứng dụng di động được thực hiện gần như tức thì, với độ trễ trung bình dưới 1 giây trong điều kiện mạng Wi-Fi ổn định.

Tín hiệu từ cảm biến MQ-5 được ESP8266 đọc định kỳ mỗi 10 giây và gửi lên đám mây. Việc sử dụng Blynk Virtual Pin giúp giảm tải giao tiếp và tăng tính linh hoạt trong cập nhật dữ liệu.

Hệ thống được cấu hình mặc định với ngưỡng cảnh báo khí gas là 500 (theo thang ADC từ 0-1023). Khi mô phỏng rò rỉ khí gas bằng bật lửa gas gần cảm biến, MQ-5 ghi nhận giá trị vượt ngưỡng trong vòng 2–3 giây, sau đó hệ thống thực hiện đồng thời các hành động:

- Kích hoạt đèn LED đỏ, tắt đèn xanh.
- Bật rơ-le để phát còi báo động.
- Tự động mở cửa cuốn bằng tín hiệu điều khiển rơ-le, bật motor.
- Gửi thông báo sự kiện qua tính năng logEvent trên ứng dụng Blynk.

Hệ thống cho phép người dùng dễ dàng thay đổi ngưỡng cảnh báo khí gas ngay trên giao diện di động, phù hợp với các điều kiện môi trường khác nhau. Ngoài ra, người dùng có thể bật/tắt chế độ tự động cảnh báo (On/Off caution) để chuyển sang chế độ thủ công khi cần thiết.

Các nút điều khiển cửa cuốn (mở, dừng, đóng) cũng được lập trình thông minh: khi kích hoạt một chế độ, các chế độ còn lại sẽ được tự động hủy để tránh xung đột tín hiệu. Việc sử dụng cơ chế delay ngắn (500ms) giúp tránh tình trạng giữ rơ-le quá lâu, giảm nguy cơ cháy rơ-le hoặc motor.

So với các nghiên cứu trước đây, sản phẩm nghiên cứu có điểm khác biệt là được tích hợp cảm biến khí gas, cho phép tự động kích hoạt nút mở cửa (nút “Up”) khi phát hiện nồng độ khí gas vượt ngưỡng cho phép. Bên cạnh đó, hệ thống phản ứng còn được kết nối

với nút nhấn cơ hiện có, nhằm đảm bảo người dùng vẫn có thể điều khiển cửa cuốn thủ công trong trường hợp vi điều khiển gặp sự cố.

3.2. Thảo luận

Mặc dù hệ thống hoạt động tốt trong môi trường thử nghiệm, vẫn tồn tại một số hạn chế:

- Cảm biến MQ-5 cần thời gian làm nóng ban đầu (preheat) để đo chính xác.
- Chưa tích hợp các phương thức lưu trữ dữ liệu dài hạn (như Firebase, Google Sheet).
- Chưa có chức năng gửi email/SMS khi có sự cố, hạn chế với người không thường xuyên theo dõi app.

Trong tương lai, hệ thống có thể mở rộng bằng cách:

- Tăng tính bảo mật với xác thực đa lớp khi điều khiển từ xa.
- Ứng dụng học máy (machine learning) để dự đoán sớm nguy cơ rò rỉ khí.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã xây dựng thành công một thiết bị điện thông minh, ứng dụng vi điều khiển ESP8266 để giám sát khí gas và điều khiển cửa cuốn từ xa qua nền tảng điện toán đám mây Blynk. Thông qua lập trình điều kiện cảnh báo và cơ chế phản ứng tự động, hệ thống cho thấy khả năng phát hiện nhanh nồng độ khí gas vượt mức, tự động kích hoạt cảnh báo và mở cửa cuốn để đảm bảo thông gió và an toàn cho người dùng.

Kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, có độ phản hồi nhanh và phù hợp với nhu cầu ứng dụng trong các mô hình nhà ở, cửa hàng nhỏ hoặc không gian khép kín sử dụng khí đốt. Giao diện điều khiển thông minh, thân thiện trên ứng dụng di động giúp người dùng linh hoạt điều chỉnh thông số, kiểm soát tình huống một cách chủ động, kể cả khi không có mặt tại hiện trường.

Mặc dù vẫn còn một số hạn chế như chưa tích hợp các tính năng lưu trữ dữ liệu lịch sử hay cảnh báo đa kênh, nhưng hệ thống đã mở

ra tiềm năng lớn trong việc ứng dụng công nghệ IoT vào lĩnh vực an toàn và tự động hóa dân dụng. Trong các nghiên cứu tiếp theo, tác giả định hướng mở rộng hệ thống bằng cách bổ sung thêm các cảm biến môi trường, chức năng học máy để phát hiện bất thường và lưu trữ dữ liệu đám mây nhằm phục vụ mục đích phân tích lâu dài.

Từ kết quả đạt được, có thể khẳng định rằng việc kết hợp giữa vi điều khiển ESP8266, cảm biến khí gas MQ-5 và nền tảng điều khiển từ xa Blynk là một giải pháp khả thi, hiệu quả và có chi phí thấp cho việc xây dựng hệ thống cảnh báo và điều khiển nhà thông minh, góp phần nâng cao chất lượng sống và đảm bảo an toàn cho người dân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Arduino, “Arduino IDE: Phần mềm lập trình cho vi điều khiển Arduino,” 2021. [Trực tuyến]. Địa chỉ: www.arduino.cc. [Truy cập: 10/02/2024].
- [2] D. George, “MicroPython: Hệ thống lập trình vi điều khiển sử dụng ngôn ngữ Python,” 2023. [Trực tuyến]. Địa chỉ: micropython.org. [Truy cập: 10/02/2024].
- [3] H. C. Thành, “*Giám sát nhiệt độ độ ẩm và điều khiển thiết bị điện qua Internet dùng module Arduino ESP8266*,” Luận văn tốt nghiệp, Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng, Hải Phòng, 2019.
- [4] H. N. Tùng, “*MAX30100 giao tiếp ESP8266, Nhịp tim, Oxy + Blynk + Oled + ESP*,” 16-Feb-2022. [Trực tuyến]. Địa chỉ: <https://huynhnhattung.com/max30100-giao-tiep-esp8266-nhip-tim-oxy-blynk-oled-esp/>. [Truy cập: 11/02/2024].
- [5] A. AbuSneineh và A. A. A. Shabaneh, “Design of a smart hydroponics monitoring system using an ESP32 microcontroller and the Internet of Things,” *MethodsX*, vol. 11, no. 102401, pp. 1–9, 2023, doi: 10.1016/j.mex.2023.102401.
- [6] B. Siswanto, Y. Dani, D. Morika và B. Mardiyana, “A simple dataset of water quality on aquaponic fish ponds based on an internet of things measurement device,” *Data in Brief*, vol. 48, Art. no. 109248, pp. 1–8, 2023, doi: 10.1016/j.dib.2023.109248.
- [7] I. Anshory, A. A. Al-Hamdani, M. F. N. Tajuddin và S. N. M. Zawawi, “Monitoring solar heat intensity of dual axis solar tracker control system: New approach,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 53, p. 103791, 2024, doi: 10.1016/j.csite.2023.103791.
- [8] Espressif Systems, “ESP8266EX Datasheet,” [Trực tuyến]. Địa chỉ: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf. [Truy cập: 10/4/2025].
- [9] Hanwei Electronics Co., Ltd., “MQ-5 Gas Sensor Datasheet,” [Trực tuyến]. Địa chỉ: https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-Gas_Sensor-MQ5/res/MQ-5.pdf. [Truy cập: 10/4/2025].
- [10] Blynk Inc., “Blynk IoT Platform Documentation,” [Trực tuyến]. Địa chỉ: <https://docs.blynk.io/en>. [Truy cập: 10/4/2025]