

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC HUẾ



Đề tài:

Hệ thống giám sát vườn rau thủy canh bằng ESP32

HUẾ, THÁNG 4 NĂM 2025

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC HUẾ**

Đề tài:

Hệ thống giám sát vườn rau thủy canh bằng ESP32

LỚP HỌC PHẦN – MÃ HỌC PHẦN:

PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT – NHÓM 6 - 2024-2025.2.TIN4024.006

Khóa: : K45 – HỆ CHÍNH QUY

Giảng viên hướng dẫn : ThS. VÕ VIỆT DŨNG

HUẾ, THÁNG 4 NĂM 2025

A. DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

- **IoT:** Internet of Things (Internet Vạn Vật) – Mạng lưới các thiết bị kết nối để thu thập và trao đổi dữ liệu.
- **ESP32:** Vi điều khiển tích hợp Wi-Fi và Bluetooth do Espressif phát triển.
- **DS18B20:** Cảm biến nhiệt độ kỹ thuật số sử dụng giao thức 1-Wire.
- **LDR:** Light Dependent Resistor (Quang trở) – Cảm biến ánh sáng dựa trên sự thay đổi điện trở theo cường độ ánh sáng.
- **pH:** Potential of Hydrogen – Độ axit hoặc kiềm của dung dịch, đo lường mức độ ion H^+ .
- **OLED:** Organic Light Emitting Diode – Màn hình hiển thị sử dụng công nghệ diode phát quang hữu cơ.
- **SSD1306:** Mã hiệu của chip điều khiển màn hình OLED 128x64 pixel.
- **PWM:** Pulse Width Modulation (Điều chế độ rộng xung) – Kỹ thuật điều khiển tín hiệu để vận hành servo hoặc LED.
- **I2C:** Inter-Integrated Circuit – Giao thức truyền thông nối tiếp dùng cho OLED SSD1306.
- **Blynk:** Nền tảng IoT hỗ trợ giám sát và điều khiển từ xa qua ứng dụng di động hoặc web.

B. MỤC LỤC

A. DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	1
B. MỤC LỤC.....	2
C. PHẦN MỞ ĐẦU	4
I. Lí do chọn đề tài.....	4
1. Tính thực tiễn và nhu cầu thực tế	4
2. Ứng dụng công nghệ IoT tiên tiến.....	4
3. Đóng góp vào nông nghiệp thông minh	4
4. Tính khả thi và học thuật.....	4
5. Tiềm năng mở rộng và thương mại hóa	4
D. NỘI DUNG	5
I. Giới thiệu	5
II. Mục tiêu đề tài	5
III. Phạm vi nghiên cứu	5
IV. Phương pháp nghiên cứu	6
V. Tổng quan về công nghệ	6
1. ESP32	6
2. Cảm biến nhiệt độ DS18B20	7
3. Cảm biến ánh sáng LDR	7
4. Potentiometer	8
5. Động cơ Servo.....	9
6. LED	10
7. Màn hình OLED SSD1306	10
8. Nút nhấn	11
9. Nền tảng Blynk.....	12
10. Wokwi	12
VI. Thiết kế hệ thống	14

1. Sơ đồ mạch kết nối.....	14
2. Bảng sơ đồ kết nối chân.....	15
3. Cấu hình Blynk	16
4. Mô tả hoạt động	18
E. KẾT LUẬN/NHẬN XÉT/ĐÁNH GIÁ	21
I. Kết luận	21
II. Nhận xét	22
1. Ưu điểm.....	22
2. Nhược điểm	22
3. Hướng phát triển trong tương lai.....	22
III. Đánh giá.....	23
F. TÀI LIỆU THAM KHẢO	24

C. PHẦN MỞ ĐẦU

I. Lí do chọn đề tài

1. Tính thực tiễn và nhu cầu thực tế

- Nông nghiệp thủy canh đang ngày càng phổ biến nhờ khả năng tiết kiệm đất, nước và kiểm soát môi trường tốt hơn so với phương pháp truyền thống. Tuy nhiên, để đạt hiệu quả cao, cần theo dõi liên tục các thông số như độ pH, nồng độ dinh dưỡng, nhiệt độ, độ ẩm, và ánh sáng. Hệ thống giám sát tự động sử dụng ESP32 giúp giảm công sức lao động, tối ưu hóa quá trình chăm sóc, và nâng cao năng suất cây trồng.

2. Ứng dụng công nghệ IoT tiên tiến

- ESP32 là một vi điều khiển mạnh mẽ, tích hợp Wi-Fi và Bluetooth, phù hợp để xây dựng các hệ thống IoT chi phí thấp. Việc ứng dụng ESP32 vào giám sát vườn rau thủy canh cho phép thu thập, xử lý và truyền dữ liệu thời gian thực, giúp người dùng theo dõi và điều chỉnh từ xa thông qua điện thoại hoặc máy tính. Đây là xu hướng công nghệ 4.0 đang được khuyến khích phát triển.

3. Đóng góp vào nông nghiệp thông minh

- Đề tài góp phần thúc đẩy nông nghiệp thông minh, bền vững, phù hợp với định hướng phát triển nông nghiệp hiện đại ở Việt Nam và trên thế giới. Hệ thống giám sát không chỉ giúp tăng hiệu quả sản xuất mà còn giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường, như lãng phí nước hoặc phân bón.

4. Tính khả thi và học thuật

- Đề tài phù hợp với khả năng nghiên cứu và triển khai nhờ tính linh hoạt của ESP32, dễ dàng tích hợp với các cảm biến môi trường. Đồng thời, việc phát triển hệ thống này mang lại cơ hội học hỏi và áp dụng kiến thức về lập trình nhúng, IoT, xử lý dữ liệu, và quản lý dự án công nghệ.

5. Tiềm năng mở rộng và thương mại hóa

- Hệ thống giám sát vườn rau thủy canh có thể được phát triển thêm để áp dụng cho các mô hình nông nghiệp khác hoặc tích hợp trí tuệ nhân tạo để tối ưu hóa quy trình. Sản phẩm

hoàn thiện có tiềm năng thương mại hóa, đáp ứng nhu cầu của các hộ gia đình, trang trại hoặc doanh nghiệp nông nghiệp quy mô nhỏ.

D. NỘI DUNG

I. Giới thiệu

- Hệ thống giám sát vườn rau thủy canh sử dụng vi điều khiển ESP32 tích hợp các cảm biến đo độ pH, nhiệt độ nước và ánh sáng, cho phép theo dõi và quản lý các thông số môi trường thời gian thực. Hỗ trợ gửi dữ liệu đến ứng dụng Blynk di động hoặc web, cho phép người dùng điều khiển các thiết bị hỗ trợ khi các thông số vượt ngưỡng, đảm bảo điều kiện tối ưu cho cây trồng.

II. Mục tiêu đề tài

- Thiết kế và triển khai hệ thống giám sát vườn rau thủy canh dựa trên ESP32, sử dụng cảm biến nhiệt độ, ánh sáng và mô phỏng pH.

- Tích hợp servo motor và LED để điều khiển giar lập bơm tưới và hệ thống chiếu sáng/sưởi.

- Phát triển ứng dụng giám sát và điều khiển từ xa thông qua Blynk

- Hiện thị dữ liệu thời gian thực trên màn hình OLED SSD1306

III. Phạm vi nghiên cứu

- Hệ thống được thiết kế cho mô hình vườn rau thủy canh quy mô nhỏ, với khả năng mở rộng.

- Tập trung vào giám sát nhiệt độ (DS18B20), ánh sáng (LDR), và mô phỏng pH (potentiometer).

- Điều khiển bơm tưới (servo), chiếu sáng (LED cam) và sưởi (LED đỏ) dựa trên dữ liệu cảm biến hoặc lệnh thủ công.

- Sử dụng Blynk để giám sát từ xa, kết hợp nút nhấn để điều khiển tại chỗ.

IV. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết: Tìm hiểu về ESP32, các cảm biến, servo, LED, OLED và giao thức IoT.
- Thiết kế hệ thống: Xây dựng sơ đồ mạch, lập trình ESP32 và tích hợp với Blynk.
- Mô phỏng: Sử dụng Wokwi để kiểm tra hoạt động của hệ thống.
- Đánh giá: Phân tích hiệu quả, độ ổn định và đưa ra nhận xét về khả năng ứng dụng.

V. Tổng quan về công nghệ

1. ESP32

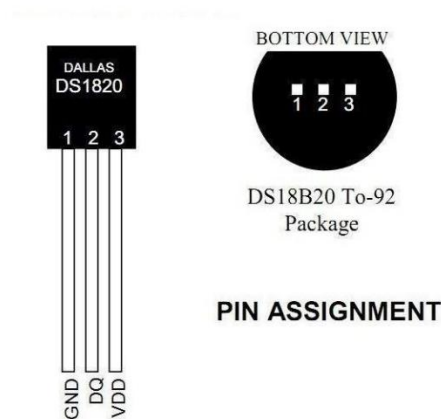


Hình 1. ESP32

- Khái niệm: ESP32 là vi điều khiển mạnh mẽ do Espressif phát triển, tích hợp Wi-Fi và Bluetooth, phù hợp cho các ứng dụng IoT. Các đặc điểm nổi bật:
- Hiệu suất cao: Lõi kép Xtensa LX6, tốc độ lên đến 240MHz.
- Kết nối không dây: Wi-Fi (150Mbps), Bluetooth (BLE và Classic).
- Tiết kiệm năng lượng: Hỗ trợ chế độ Deep Sleep.
- Tương thích đa dạng: Hỗ trợ Arduino, MicroPython, kết nối với nhiều thiết bị ngoại vi (I2C, SPI, PWM, ADC).
- Chi phí thấp: Phù hợp cho các dự án nông nghiệp thông minh.

2. Cảm biến nhiệt độ DS18B20

- DS18B20 là cảm biến nhiệt độ kỹ thuật số với độ chính xác cao ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$), sử dụng giao thức 1-Wire. Nó đo nhiệt độ môi trường hoặc dung dịch trong khoảng -55°C đến $+125^{\circ}\text{C}$, phù hợp để đảm bảo điều kiện lý tưởng cho cây trồng ($20\text{--}30^{\circ}\text{C}$).
- Ứng dụng: Giám sát nhiệt độ, kích hoạt hệ thống sưởi khi nhiệt độ thấp.
- Nguyên lý: Chuyển đổi nhiệt độ thành tín hiệu số, gửi đến ESP32 qua một dây dữ liệu duy nhất.

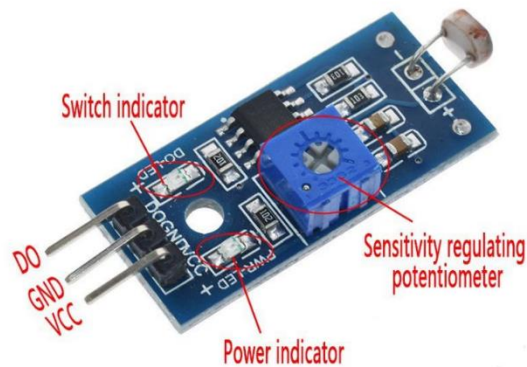


Hình 2. Cảm biến nhiệt độ DS18B20

3. Cảm biến ánh sáng LDR

- Cảm biến quang trở (LDR) có điện trở thay đổi theo cường độ ánh sáng, được sử dụng để đánh giá mức độ chiếu sáng trong vườn thủy canh (lý tưởng: $10,000\text{--}30,000\text{ lux}$).
- Ứng dụng: Bật đèn bổ sung khi ánh sáng yếu, tối ưu hóa quang hợp.

- Nguyên lý: Điện trở giảm khi ánh sáng mạnh, tạo tín hiệu analog cho ESP32.



Hình 3. Cảm biến ánh sáng (LDR)

4. Potentiometer

- Potentiometer được sử dụng để mô phỏng cảm biến pH, tạo tín hiệu analog đại diện cho độ pH của dung dịch (phạm vi lý tưởng: 5.5–6.5).
- Ứng dụng: Giả lập giám sát độ pH trong môi trường đất.
- Nguyên lý: Thay đổi điện trở theo góc xoay, xuất tín hiệu analog.



Hình 4. Potentiometer

5. Động cơ Servo

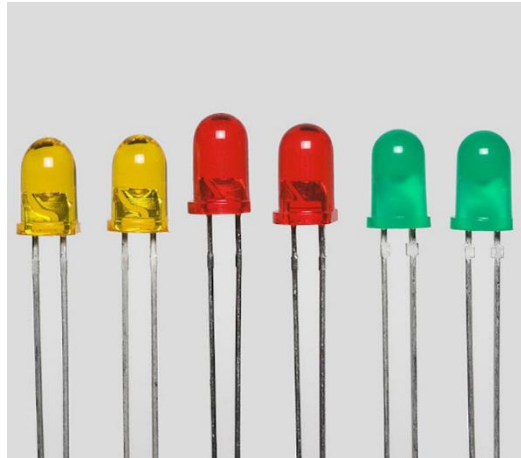
- Servo motor mô phỏng máy bơm tưới nước, điều khiển góc quay để bật/tắt hoặc điều chỉnh lưu lượng.
- Ứng dụng: Tưới dung dịch dinh dưỡng dựa trên lịch trình hoặc khi pH bất thường.
- Nguyên lý: Nhận tín hiệu PWM từ ESP32 để quay đến góc xác định.



Hình 5. Servo Motor

6. LED

- Hai LED (màu cam và đỏ) mô phỏng hệ thống chiếu sáng và sưởi:
- LED cam: Bổ sung ánh sáng khi môi trường thiếu sáng.
- LED đỏ: Giả lập sưởi khi nhiệt độ thấp.
- Nguyên lý: Bật/tắt bằng tín hiệu số từ ESP32, kết hợp điện trở 220Ω để giới hạn dòng.

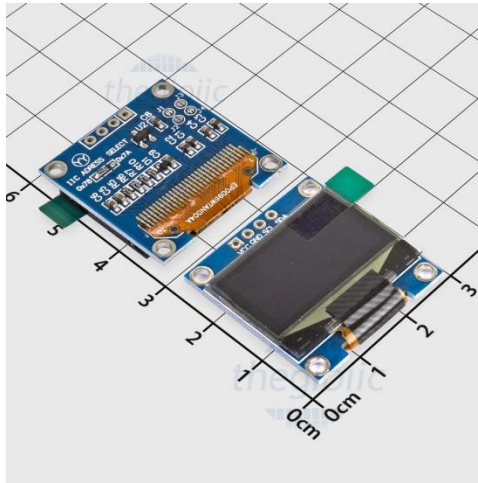


Hình 6. LED

7. Màn hình OLED SSD1306

- Màn hình OLED SSD1306 (128x64 pixel) sử dụng giao thức I2C để hiển thị dữ liệu nhiệt độ, ánh sáng, pH và trạng thái thiết bị.
- Ứng dụng: Cung cấp giao diện trực quan tại chỗ.

- Nguyên lý: Nhận dữ liệu từ ESP32 và hiển thị dưới dạng văn bản/đồ họa.



Hình 7.a. Màn hình OLED SSD1306

8. Nút nhấn

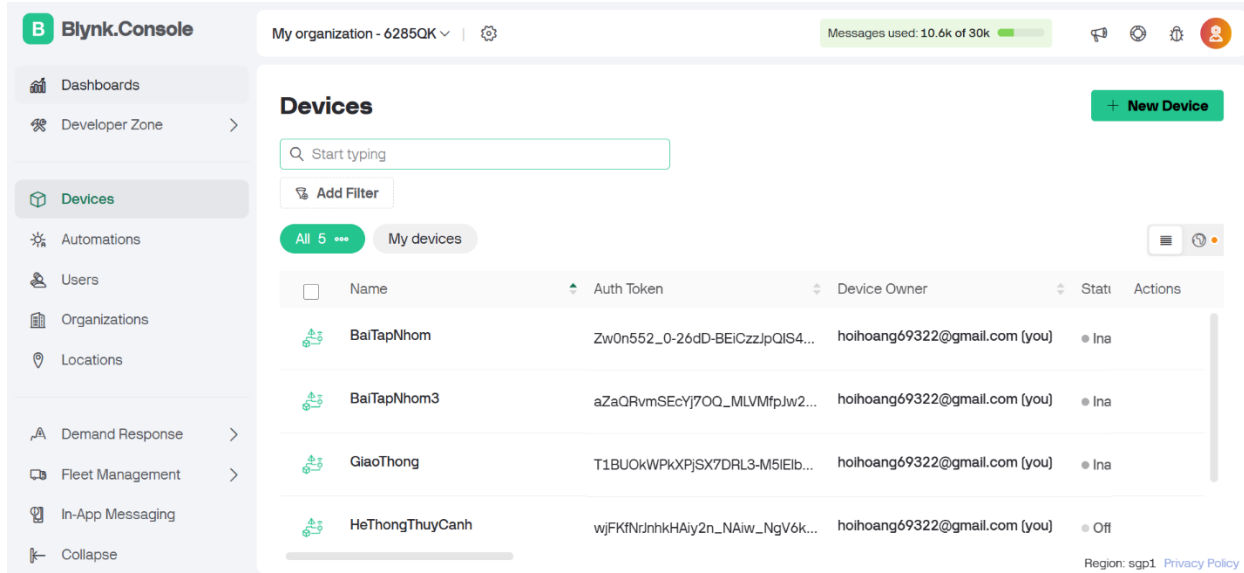
- Năm nút nhấn điều khiển thủ công các chức năng như bật/tắt máy bơm, đèn chiếu sáng, đèn sưởi, màn hình, chuyển chế độ điều khiển thủ công hay tự động.
- Ứng dụng: Can thiệp trực tiếp khi cần thiết.
- Nguyên lý: Tạo tín hiệu HIGH/LOW khi nhấn, được ESP32 xử lý.



Hình 8. Nút nhấn.

9. Nền tảng Blynk

- Blynk là nền tảng IoT cho phép giám sát và điều khiển từ xa qua ứng dụng di động hoặc web:
- Giao diện thân thiện: Hiển thị dữ liệu và nút điều khiển.
- Hỗ trợ ESP32: Kết nối Wi-Fi để gửi/nhận dữ liệu thời gian thực.

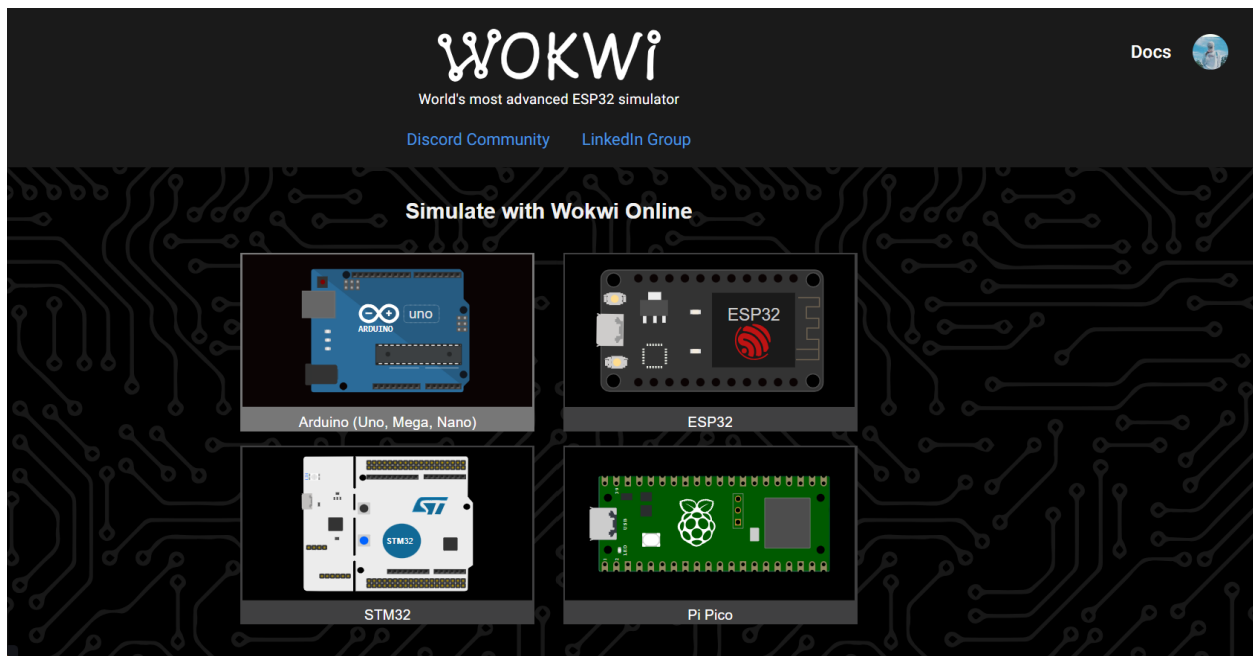


Hình 9. Giao diện Blynk

10. Wokwi

- Wokwi là một công cụ mô phỏng trực tuyến mạnh mẽ, cho phép người dùng xây dựng, lập trình và kiểm thử các hệ thống nhúng mà không cần đến phần cứng vật lý. Nền tảng này hỗ trợ nhiều dòng vi điều khiển phổ biến hiện nay như Arduino (Uno, Mega, Nano), ESP32, Raspberry Pi Pico và ATtiny85. Ngoài ra, Wokwi còn cung cấp thư viện linh kiện điện tử phong phú, bao gồm: LED, màn hình LCD, cảm biến nhiệt độ, cảm biến ánh sáng, nút nhấn, động cơ servo, relay, v.v.
- Với giao diện trực quan và cơ chế kéo-thả linh kiện, Wokwi cho phép người dùng dễ dàng thiết kế sơ đồ mạch điện, kết nối dây dẫn và lập trình bằng ngôn ngữ C/C++ tương tự như trong môi trường Arduino IDE. Bên cạnh đó, khả năng mô phỏng hoạt động của mạch trong thời gian thực giúp người dùng quan sát được kết quả lập trình một cách chính xác và sinh động.

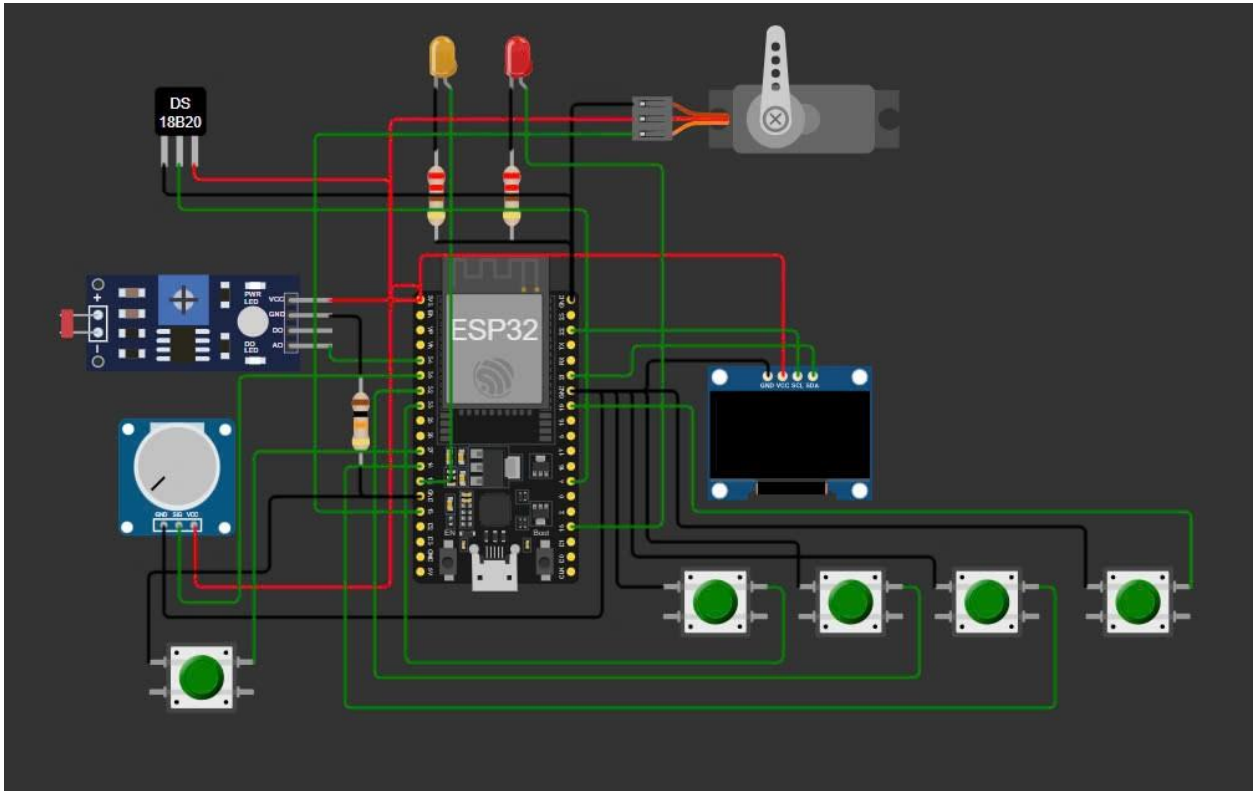
- Một trong những ưu điểm đáng chú ý của Wokwi là khả năng chia sẻ dự án thông qua đường liên kết, cho phép người dùng dễ dàng trao đổi, hợp tác hoặc sử dụng lại trong các mục đích học tập và nghiên cứu. Nhờ những tính năng trên, Wokwi đang ngày càng trở thành công cụ hữu ích trong giảng dạy, học tập và nghiên cứu trong lĩnh vực kỹ thuật điện – điện tử và Internet of Things (IoT).



Hình 10. Giao diện Web Wokwi

VI. Thiết kế hệ thống

1. Sơ đồ mạch kết nối



- Sơ đồ bao gồm các thành phần:

- ESP32: Xử lý dữ liệu, kết nối Wi-Fi với Blynk.
- DS18B20: Đo nhiệt độ môi trường.
- LDR: Đo cường độ ánh sáng.
- Potentiometer: Mô phỏng pH dung dịch.
- Servo: Mô phỏng bơm tưới.
- LED cam/đỏ: Mô phỏng chiếu sáng/sưởi.
- OLED SSD1306: Hiển thị dữ liệu.
- Nút nhấn: Điều khiển thủ công/chuyển chế độ.

2. Bảng sơ đồ kết nối chân

Linh kiện	Chân linh kiện	Kết nối đến ESP32 (Chân)	Ghi chú
Cảm biến nhiệt độ DS18B20	DQ	GPIO4	Đọc dữ liệu nhiệt độ (1-Wire)
	VCC	3V3	Cấp nguồn
	GND	GND.2	GND chung
Cảm biến ánh sáng LDR	AO (Analog Output)	GPIO34	Đọc giá trị ánh sáng tương tự
	VCC	3V3	Cấp nguồn
	GND	Qua R2 (10kΩ) đến GND.1	Chia điện áp
Biến trở (Potentiometer)	SIG	GPIO35	Đọc giá trị xoay
	VCC	3V3	Cấp nguồn
	GND	GND.3	GND chung
Màn hình OLED I2C	VCC	3V3	Cấp nguồn
	GND	GND.3	GND chung
	SDA	GPIO21	Truyền dữ liệu I2C
	SCL	GPIO22	Đồng hồ I2C
Servo	PWM	GPIO13	Điều khiển Servo
	V+	3V3	Cấp nguồn
	GND	GND.2	GND chung
Đèn LED cam (led1)	Anode (A)	GPIO12	Điều khiển bật/tắt

	Cathode (C)	Qua R1 (220Ω) → GND.2	Giới hạn dòng
Đèn LED đỏ (led2)	Anode (A)	GPIO15	Điều khiển bật/tắt
	Cathode (C)	Qua R3 (220Ω) → GND.2	Giới hạn dòng
Nút nhấn btn1	1.r	GPIO33	Đọc trạng thái nhấn
	1.l	GND.3	GND chung
Nút nhấn btn2	1.r	GPIO32	Đọc trạng thái nhấn
	1.l	GND.3	GND chung
Nút nhấn btn3	1.r	GPIO14	Đọc trạng thái nhấn
	1.l	GND.3	GND chung
Nút nhấn btn4	1.r	GPIO27	Đọc trạng thái nhấn
	1.l	GND.1	GND chung
Nút nhấn btn5	1.r	GPIO19	Đọc trạng thái nhấn
	1.l	GND.3	GND chung

3. Cấu hình Blynk

3.1. DataStream

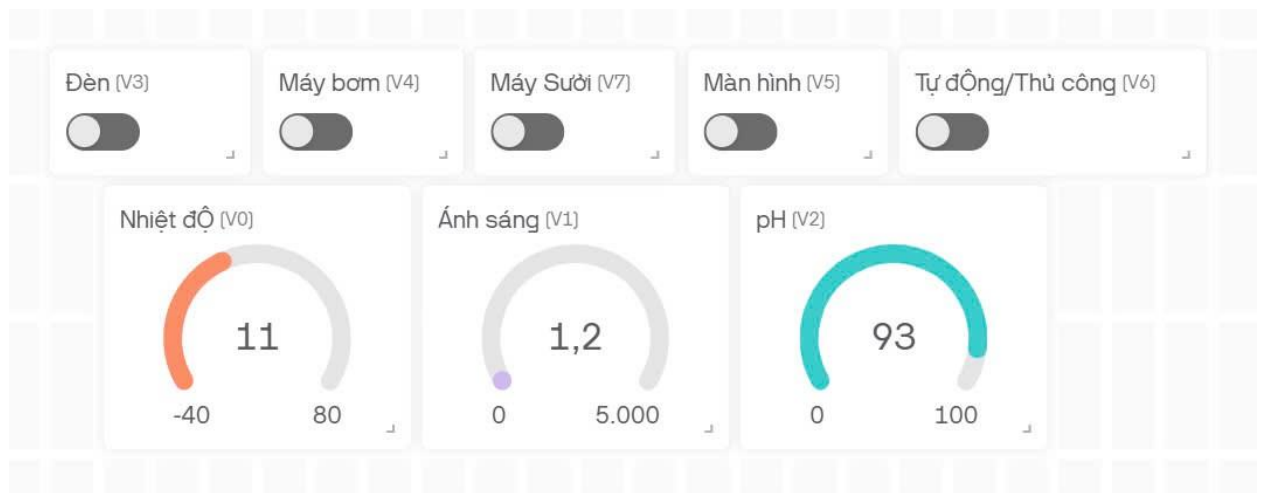
- DataStream gồm 7 đối tượng:

DataStream	Kiểu dữ liệu	Khoảng giá trị	Chức năng
V0	Double	-40 đến 80	Đọc dữ liệu nhiệt độ từ cảm biến DS18B20

V1	Double	0 đến 5000	Đọc dữ liệu ánh sáng từ cảm biến LDR
V2	Double	0 đến 100	Đọc dữ liệu độ pH của nước từ cảm biến pH
V3	Integer	0 đến 1	Điều khiển bật/tắt đèn chiếu sáng cho cây trồng
V4	Integer	0 đến 1	Điều khiển bật/tắt động cơ bơm nước
V5	Integer	0 đến 1	Điều khiển bật/tắt màn hình OLED hiển thị thông số môi trường
V6	Integer	0 đến 1	Chuyển đổi giữa chế độ tự động và chế độ thủ công
V7	Integer	0 đến 1	Điều khiển bật/tắt máy sưởi để ổn định nhiệt độ nước trong hệ thống thủy canh

<input type="checkbox"/>	Id	Name	Pin	Color	Data Type	Units	Is Raw	Min	Max	Decimals	Default Value	Automation Type	% Condition	% Action
	1	NhiệtĐo	V0		Double		false	-40	80	##		Sensor		
	2	ÁnhSang	V1		Double		false	0	5000	##		Sensor		
	3	pH	V2		Double		false	0	100	##		Sensor		
	4	Đèn	V3		Integer		false	0	1	-	0	Switch		
	5	ĐộngCơ	V4		Integer		false	0	1	-	0	Switch		
	6	MànHình	V5		Integer		false	0	1	-	0	Switch		
	7	ChếĐộ	V6		Integer		false	0	1	-	0	Switch		
	8	MáySưởi	V7		Integer		false	0	1	-	0	Switch		

3.2. Web Dashboard



4. Mô tả hoạt động

- Hệ thống được thiết kế gồm 2 chế độ hoạt động: Chế độ tự động và Chế độ thủ công. Người dùng có thể chuyển đổi qua lại giữa hai chế độ bằng nút nhấn (Btn4). Dữ liệu thu thập từ các cảm biến sẽ được hiển thị trực tiếp trên màn hình OLED và cập nhật liên tục lên ứng dụng Blynk thông qua các Datastream.

4.1. Chế độ tự động

- Khi hệ thống hoạt động ở chế độ tự động, các thiết bị sẽ được điều khiển hoàn toàn dựa trên giá trị cảm biến thu thập được và các điều kiện đặt ra sẵn.

- Cảm biến nhiệt độ DS18B20: Nếu nhiệt độ đo được $> 30^{\circ}\text{C}$ → Hệ thống sẽ gửi cảnh báo lên ứng dụng Blynk để người dùng biết.
- Nếu nhiệt độ đo được $< 20^{\circ}\text{C}$ → Hệ thống sẽ kích hoạt LED đỏ (giả lập bộ phận sưởi ấm).
- Cảm biến ánh sáng LDR: Nếu cường độ ánh sáng đo được < 10.000 lux → Hệ thống sẽ bật LED cam (giả lập đèn chiếu sáng bổ sung) và đồng thời gửi cảnh báo lên Blynk.
- Cảm biến pH (giả lập bằng potentiometer): Nếu giá trị pH nằm ngoài khoảng an toàn $5.5 - 6.5$ → Hệ thống sẽ kích hoạt Servo (giả lập bơm dung dịch điều chỉnh pH) và gửi cảnh báo lên ứng dụng Blynk.
→ Ở chế độ tự động, người dùng không cần can thiệp trực tiếp, toàn bộ các thiết bị sẽ được điều khiển hoàn toàn dựa vào giá trị cảm biến thực tế.

4.2. Chế độ thủ công

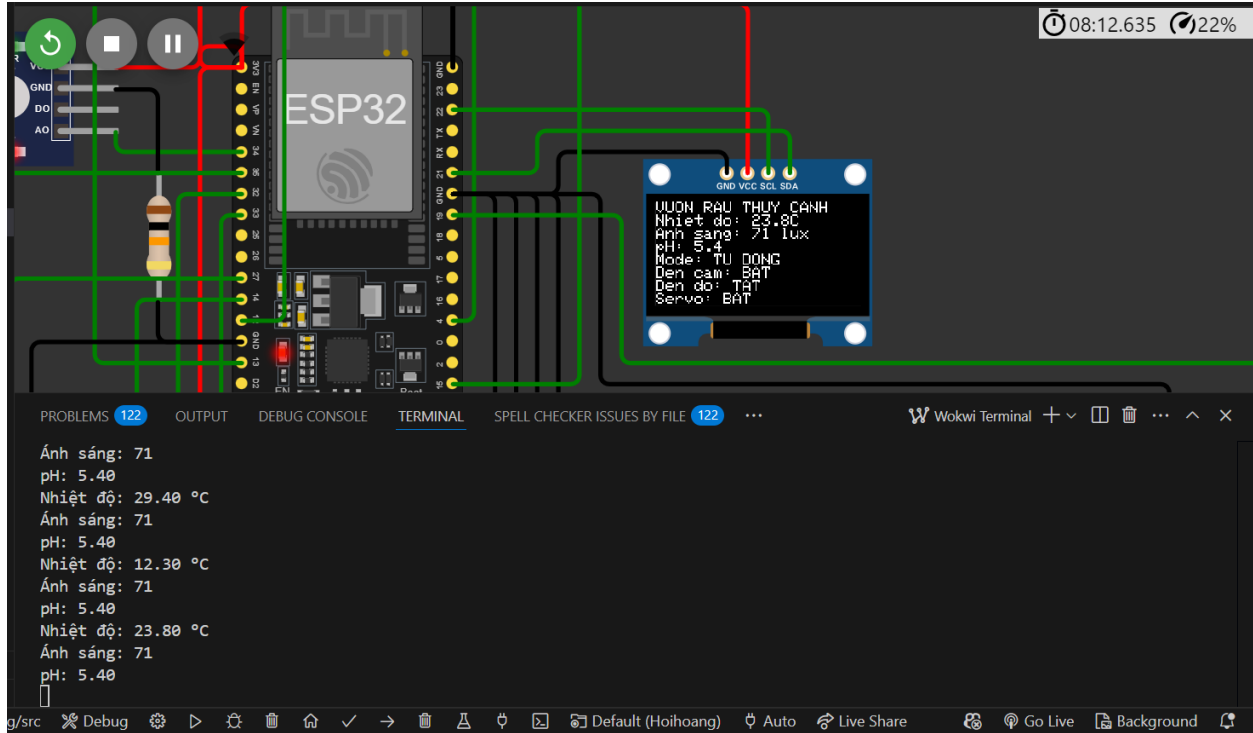
- Ở chế độ thủ công, người dùng sẽ có thể chủ động điều khiển bật/tắt các thiết bị thông qua các nút nhấn vật lý được gắn trên hệ thống:

- Btn1: Bật / tắt LED cam (giả lập đèn chiếu sáng).
- Btn2: Bật / tắt Servo (giả lập bơm dung dịch pH).
- Btn3: Bật / tắt LED đỏ (giả lập bộ phận sưởi ấm).
- Btn4: Tắt/bật màn hình led.
- Btn5: Chuyển đổi chế độ hoạt động giữa tự động và thủ công.

- Hiển thị dữ liệu:

- Tất cả giá trị cảm biến như: Nhiệt độ, Ánh sáng, pH đều được hiển thị trực tiếp trên màn hình OLED giúp người dùng dễ dàng quan sát.

- Đồng thời, các dữ liệu này cũng được gửi lên Blynk thông qua các Datastream để người dùng có thể giám sát từ xa bằng điện thoại.



Hình 1. Kết quả hiển thị trên màn hình khi hệ thống hoạt động

E. KẾT LUẬN/NHẬN XÉT/ĐÁNH GIÁ

I. Kết luận

- Sau quá trình nghiên cứu lý thuyết, thiết kế và mô phỏng hệ thống giám sát và điều khiển vườn rau thủy canh sử dụng ESP32, chúng tôi đã đạt được những kết quả như sau:
- Hệ thống tích hợp vi điều khiển ESP32 với các linh kiện như cảm biến nhiệt độ DS18B20, cảm biến ánh sáng LDR, potentiometer (mô phỏng pH), servo motor (mô phỏng bơm tưới), LED (mô phỏng chiếu sáng/sưởi), màn hình OLED SSD1306 và nút nhấn để thực hiện giám sát và điều khiển hiệu quả.
- Sơ đồ mạch và chương trình được xây dựng để đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định trong môi trường mô phỏng.
- Các chức năng chính của hệ thống bao gồm:
 - Giám sát tự động: Theo dõi nhiệt độ môi trường, cường độ ánh sáng và mô phỏng pH dung dịch dinh dưỡng, hiển thị dữ liệu trên màn hình OLED và ứng dụng Blynk.
 - Điều khiển linh hoạt: Bật/tắt bơm tưới (servo), đèn chiếu sáng (LED cam) và sưởi (LED đỏ) dựa trên thông số cảm biến hoặc lệnh thủ công từ nút nhấn, Blynk, hoặc Telegram.
 - Cảnh báo thời gian thực: Gửi thông báo qua Blynk và Telegram khi nhiệt độ, ánh sáng hoặc pH vượt ngưỡng, giúp người dùng phản ứng kịp thời để duy trì điều kiện tối ưu cho cây trồng.
 - Mô phỏng trên Wokwi cho thấy hệ thống hoạt động chính xác, phản hồi nhanh với các lệnh điều khiển và dữ liệu cảm biến. Tuy nhiên, hệ thống chưa được thử nghiệm trong môi trường thực tế.
- Hệ thống có tiềm năng ứng dụng cao trong nông nghiệp thủy canh quy mô nhỏ, hỗ trợ người dùng tiết kiệm thời gian, nâng cao hiệu quả trồng trọt và thúc đẩy nông nghiệp thông minh.

II. Nhận xét

1. Ưu điểm

- Tính tự động hóa cao: Hệ thống tự động giám sát và điều chỉnh các thông số (nhiệt độ, ánh sáng, pH), giảm thiểu công sức quản lý thủ công.
- Khả năng kết nối mạnh mẽ: ESP32 tích hợp Wi-Fi, cho phép giám sát và điều khiển từ xa qua Blynk và Telegram, mang lại sự tiện lợi cho người dùng ở bất kỳ đâu.
- Giao diện thân thiện: Màn hình OLED hiển thị dữ liệu trực quan tại chỗ, trong khi ứng dụng Blynk cung cấp giao diện dễ sử dụng, dễ cập nhật.
- Tính linh hoạt: Hỗ trợ cả chế độ tự động (dựa trên cảm biến) và thủ công (qua nút nhấn, Blynk, Telegram), phù hợp với nhiều tình huống sử dụng.
- Tiết kiệm chi phí: Sử dụng linh kiện giá rẻ như ESP32, LDR, DS18B20, servo, giúp hệ thống khả thi cho các mô hình nhỏ.

2. Nhược điểm

- Mô phỏng pH: Potentiometer chỉ giả lập giá trị pH, không phản ánh chính xác chất lượng dung dịch dinh dưỡng trong môi trường thực tế.
- Giới hạn của servo: Servo motor chỉ mô phỏng bật/tắt bơm, không thể điều chỉnh lưu lượng nước hoặc áp suất như máy bơm thực.
- Phụ thuộc vào mạng: Độ trễ khi điều khiển từ xa qua Blynk/Telegram có thể xảy ra nếu kết nối Wi-Fi không ổn định.
- Chưa thử nghiệm thực tế: Hệ thống mới được kiểm tra trên Wokwi, cần triển khai thực tế để đánh giá độ bền và độ chính xác của các linh kiện.

3. Hướng phát triển trong tương lai

- Nâng cấp cảm biến: Thay potentiometer bằng cảm biến pH và EC thực tế để giám sát chính xác chất lượng dung dịch dinh dưỡng.

- Tích hợp thêm cảm biến: Thêm cảm biến độ ẩm môi trường, lưu lượng nước hoặc cảm biến CO2 để quản lý toàn diện hơn.
- Điều khiển bằng giọng nói: Kết nối với trợ lý ảo như Google Assistant, Alexa để điều khiển hệ thống dễ dàng hơn.
- Triển khai thực tế: Thử nghiệm hệ thống trên mô hình thủy canh thực để đánh giá hiệu quả và cải thiện độ bền.

III. Đánh giá

- Dựa trên quá trình nghiên cứu, thiết kế và mô phỏng, hệ thống giám sát và điều khiển vườn rau thủy canh sử dụng ESP32 đã chứng minh được tính khả thi và tiềm năng ứng dụng. Một số đánh giá cụ thể:
- Tính hiệu quả: Hệ thống có khả năng giám sát nhiệt độ, ánh sáng, pH và điều khiển bơm/đèn/suối một cách ổn định trong môi trường mô phỏng, giúp duy trì điều kiện lý tưởng cho cây trồng và tiết kiệm công sức quản lý.
- Tính linh hoạt: Hỗ trợ giám sát từ xa qua Blynk/Telegram và điều khiển thủ công qua nút nhấn, đáp ứng nhu cầu của cả người dùng tại chỗ và từ xa. Màn hình OLED cung cấp giao diện trực quan, tăng tính tiện lợi.
- Khả năng mở rộng: Hệ thống có thể dễ dàng tích hợp thêm cảm biến (pH, EC, độ ẩm) hoặc thiết bị (bơm thực, đèn LED đa phổ), phù hợp cho các mô hình thủy canh lớn hơn hoặc tích hợp vào hệ thống nhà thông minh.

uy nhiên, do mới được thử nghiệm trong môi trường mô phỏng, một số yếu tố như độ chính xác của cảm biến, độ bền của linh kiện và hiệu suất thực tế khi triển khai trong vườn thủy canh thật vẫn cần được kiểm tra kỹ lưỡng. Việc thay thế potentiometer bằng cảm biến chuyên dụng và thử nghiệm thực tế sẽ giúp nâng cao độ tin cậy và ứng dụng của hệ thống.

F. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tài liệu tham và source code tham khảo của thầy Võ Việt Dũng. <https://github.com/vvdung-husc/2024-2025.2.TIN4024.006>. Truy cập ngày 10/04/2025.
- [2] Điện Tử Tương Lai. Tìm hiểu về nút nhấn và ứng dụng trong các mạch điện tử. <https://dientutuonglai.com/tim-hieu-nut-nhan.html>. Truy cập ngày 10/04/2025.
- [3] Thế Giới IC. LCD OLED SSD1306 0.96inch 128x64 chữ trắng 4 chân giao tiếp IIC. Truy cập ngày 10/04/2025.
- [4] LYK Lighting. Sơ lược lịch sử của đèn LED và ứng dụng trong đời sống. <https://lyk-lighting.com/so-luoc-lich-su-cua-den-led/>. Truy cập ngày 10/04/2025.
- [5] Haitech. Động cơ servo bánh răng kim loại UCDV LTOO GBDE PRO145. <https://www.haitech.vn/dong-co-servo-banh-rang-kim-loai-ucdv-ltoo-gbde-pro145.html>. Truy cập ngày 10/04/2025.
- [6] Core Electronics. Rotary Potentiometer 4.7k Ohm Linear. <https://core-electronics.com.au/rotary-potentiometer-4-7k-ohm-linear.html>. Truy cập ngày 10/04/2025.
- [7] LED Diode. Photosensitive Sensor Light Detection Module. <https://vn.led-diode.com/ic/photosensitive-sensor-light-detection-module.html>. Truy cập ngày 10/04/2025.
- [8] Điện Tử M.T.U. Cảm biến nhiệt độ DS18B20. <https://dientumtu.com/san-pham/cam-bien-nhiet-do-ds18b20?add-to-cart=5234>. Truy cập ngày 10/04/2025.
- [9] Espressif Systems. Tài liệu kỹ thuật ESP32. <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Truy cập ngày 11/04/2025.
Blynk. Hướng dẫn sử dụng nền tảng Blynk cho IoT. <https://blynk.io/>. Truy cập ngày 11/04/2025.
- [10] Nông Nghiệp Thông Minh. Ứng dụng IoT trong nông nghiệp thủy canh. <https://nongnghiepthongminh.vn/>. Truy cập ngày 11/04/2025.
- [11] Điện Tử Tương Lai. Ứng dụng vi điều khiển ESP32 trong IoT. <https://dientutuonglai.com/>. Truy cập ngày 10/04/2025.