

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



Giám sát năng lượng tiêu thụ với ESP32

TÊN LỚP HỌC PHẦN : Phát triển ứng dụng IoT
MÃ HỌC PHẦN: 2024-2025.2.TIN4024.005
GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: Võ Việt Dũng

HUẾ, THÁNG 4 NĂM 2025

Mục Lục

I.Mở đầu	1
1. Giới thiệu	1
2.Mục Đích	1
3.Mục tiêu đề tài	2
II.Nội Dung	2
1.Giới thiệu về ESP32	2
2 Cảm biến ACS712	3
-Thông số kỹ thuật	3
-Nguyên Lý hoạt động	4
3 .Cơ chế hoạt động	4
III.Thiết kế hệ thống	5
3.Cài đặt và lập trình	6
Thành phần chính:	6
Kết nối phần cứng cụ thể:	7
-Chương trình ESP32 mô phỏng cảm biến dòng điện ACS712	7
-Kết nối tới blynk	8
- Sử dụng Thingspeak để lưu trữ thông tin về dòng điện và công suất để tiện nắm và theo dõi	10
- Kết quả nhận được	10
- Hướng phát triển trong tương lai:	11
Tài liệu tham khảo	12

I.Mở đầu

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng tăng, việc giám sát và quản lý năng lượng tiêu thụ trở nên quan trọng để tiết kiệm năng lượng, giảm chi phí và bảo vệ môi trường. Dự án này tập trung vào việc xây dựng một hệ thống giám sát năng lượng tiêu thụ sử dụng vi điều khiển ESP32. Hệ thống sẽ đo công suất tiêu thụ của thiết bị điện và gửi dữ liệu lên đám mây để theo dõi từ xa.

2.Mục Đích

- Giám sát liên tục dòng điện tiêu thụ
 - Theo dõi giá trị dòng điện theo thời gian thực thông qua cảm biến ACS712
 - Ghi nhận và lưu trữ dữ liệu dòng điện để phân tích xu hướng tiêu thụ
- Phát hiện sự cố bất thường
 - Nhận diện các trường hợp quá tải, ngắn mạch thông qua ngưỡng dòng điện cài đặt
 - Cảnh báo khi dòng điện vượt quá mức an toàn cho phép
- Hệ thống cảnh báo đa kênh
 - Gửi cảnh báo qua Telegram/Blynk khi phát hiện sự cố
 - Hiển thị trực quan trên giao diện web hoặc ứng dụng di động
- Bảo vệ thiết bị điện
 - Ngăn ngừa hư hỏng thiết bị do quá tải kéo dài
 - Tăng tuổi thọ hệ thống điện nhờ phát hiện sớm các vấn đề
- Tối ưu hóa hiệu suất
 - Phân tích dữ liệu để điều chỉnh chế độ vận hành thiết bị
 - Giảm thiểu tổn thất năng lượng trong hệ thống
- Nâng cao an toàn điện

- Cảnh báo sớm các nguy cơ cháy nổ do quá tải
- Giám sát từ xa giúp hạn chế tiếp xúc trực tiếp với hệ thống điện

3.Mục tiêu đề tài

- Sử dụng ESP32 làm bộ xử lý trung tâm
- Kết hợp cảm biến ACS712 để đo dòng điện AC/DC
- Truyền dữ liệu lên nền tảng Blynk
- Mô phỏng hệ thống trên Wokwi trước khi triển khai thực tế.

II.Nội Dung

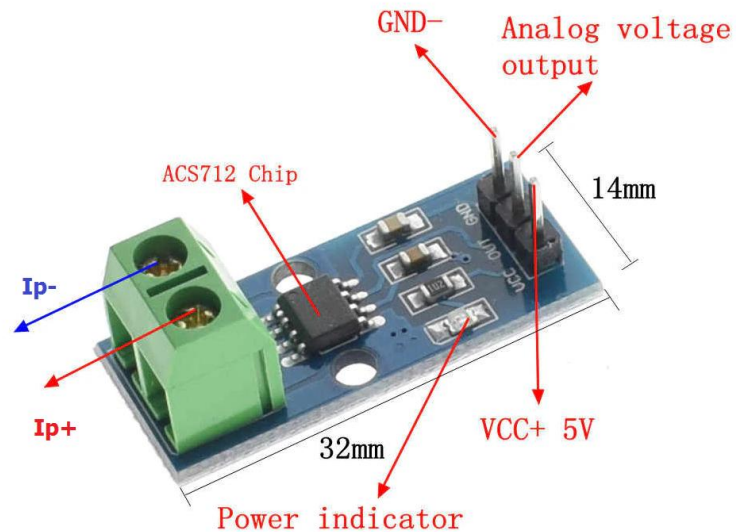
1.Giới thiệu về ESP32

-ESP32 là một hệ thống vi điều khiển trên chip (SoC) giá rẻ của Espressif Systems,kế thừa từ Soc ESP8266.Nó tích hợp cả wifi và bluetooth,phù hợp cho dự án về IoT(Internet of Things)



2 Cảm biến ACS712

- Cảm biến dòng điện ACS712 (Hall Effect Current Sensor) dựa trên hiệu ứng Hall để đo dòng điện AC/DC, cảm biến có kích thước nhỏ gọn, dễ kết nối, giá



trị trả ra là điện áp Analog tuyến tính theo cường độ dòng điện cần đo nên rất dễ kết nối và lập trình với Vi điều khiển, thích hợp với các ứng dụng cần đo dòng AC/DC với độ chính xác cao.

-Thông số kỹ thuật

Đường tín hiệu analog có độ nhiễu thấp	
Thời gian chuyển đổi	5 μ s
Điện trở trong	1.2m Ω
Sử dụng nguồn điện	5V
Độ nhạy đầu ra	63 – 190 mV/A
Nhiệt độ hoạt động	-40 – 85 0C

Điện áp cách ly tối đa	2100V (RMS)
------------------------	-------------

-Nguyên Lý hoạt động

- Hiệu ứng Hall: ACS712 sử dụng hiệu ứng Hall để đo từ trường sinh ra bởi dòng điện đi qua dây dẫn bên trong cảm biến.
- Điện áp đầu ra:
 - Khi không có dòng điện (0A), điện áp đầu ra là 2.5V (điểm giữa của nguồn 5V).
 - Khi có dòng điện dương, điện áp tăng ($>2.5V$).
 - Khi có dòng điện âm, điện áp giảm ($<2.5V$).

3 .Cơ chế hoạt động

Hệ thống đo dòng điện tiêu thụ qua thiết bị điện nhờ cảm biến ACS712, xử lý dữ liệu trên ESP32, và gửi thông tin lên ứng dụng Blynk qua kết nối Wi-Fi. Blynk sẽ hiển thị dữ liệu trực quan bằng các widget như Value Display, Graph, hoặc LED giúp người dùng giám sát dòng điện/công suất theo thời gian thực ngay trên điện thoại.

Quy trình hoạt động

Bước 1: Đo dòng điện

Dòng điện tiêu thụ chạy qua cảm biến ACS712.

Cảm biến xuất ra một điện áp analog tỉ lệ thuận với dòng điện.

Bước 2: Đọc tín hiệu từ cảm biến

ESP32 đọc điện áp từ ACS712 qua chân ADC (Analog-to-Digital Converter).

Tín hiệu được xử lý để tính ra dòng điện thực tế theo công thức tuyến tính:

$$I = \frac{V_{\text{out}} - V_{\text{zero}}}{\text{Hệ số cảm biến}}$$

Trong đó:

- $V_{\text{zero}} \approx 2.5V$
- Hệ số cảm biến (như 185mV/A đối với bản 5A)

Bước 3: Tính công suất tiêu thụ (tùy chọn)

Nếu muốn hiển thị công suất:

$$P=U \times I$$

Trong đó:

U là điện áp tải (giả định là 220V)

I là dòng điện đo được

Bước 4: Gửi dữ liệu lên Blynk

ESP32 kết nối Wi-Fi và sử dụng Blynk Virtual Pin (ví dụ V0, V1) để gửi dữ liệu dòng/công suất.

Người dùng mở app Blynk để theo dõi dữ liệu hiển thị theo thời gian thực.

III. Thiết kế hệ thống

Lớp cảm biến (Input Layer):

- Cảm biến dòng điện ACS712 đo dòng điện tiêu thụ của tải điện.
- Tín hiệu analog đầu ra (tỉ lệ với dòng điện) gửi đến ESP32.

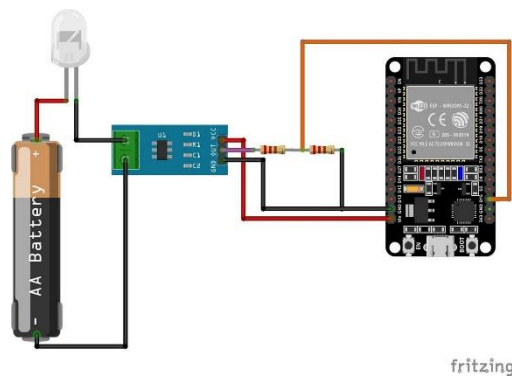
Lớp xử lý (Processing Layer):

- ESP32 xử lý tín hiệu đầu vào, tính toán dòng điện và công suất (nếu có).
- Kết nối Wi-Fi để gửi dữ liệu đến Blynk Cloud.

Lớp hiển thị (Output Layer):

- Dữ liệu hiển thị trên Blynk App trên smartphone.
- Người dùng theo dõi dòng điện/công suất tiêu thụ theo thời gian thực.

3.Cài đặt và lập trình



Thành phần chính:

Thiết bị	Vai trò
ESP32	Bộ xử lý trung tâm, nhận dữ liệu dòng điện và gửi lên Blynk
ACS712	Cảm biến dòng điện, đo dòng tiêu thụ từ mạch tải (ở đây là LED)
LED + Pin AA	Mô phỏng một thiết bị tiêu thụ điện, giúp tạo ra dòng để cảm biến đo
Điện trở	Hạn dòng cho LED và đảm bảo tín hiệu analog từ ACS712 an toàn cho ESP32

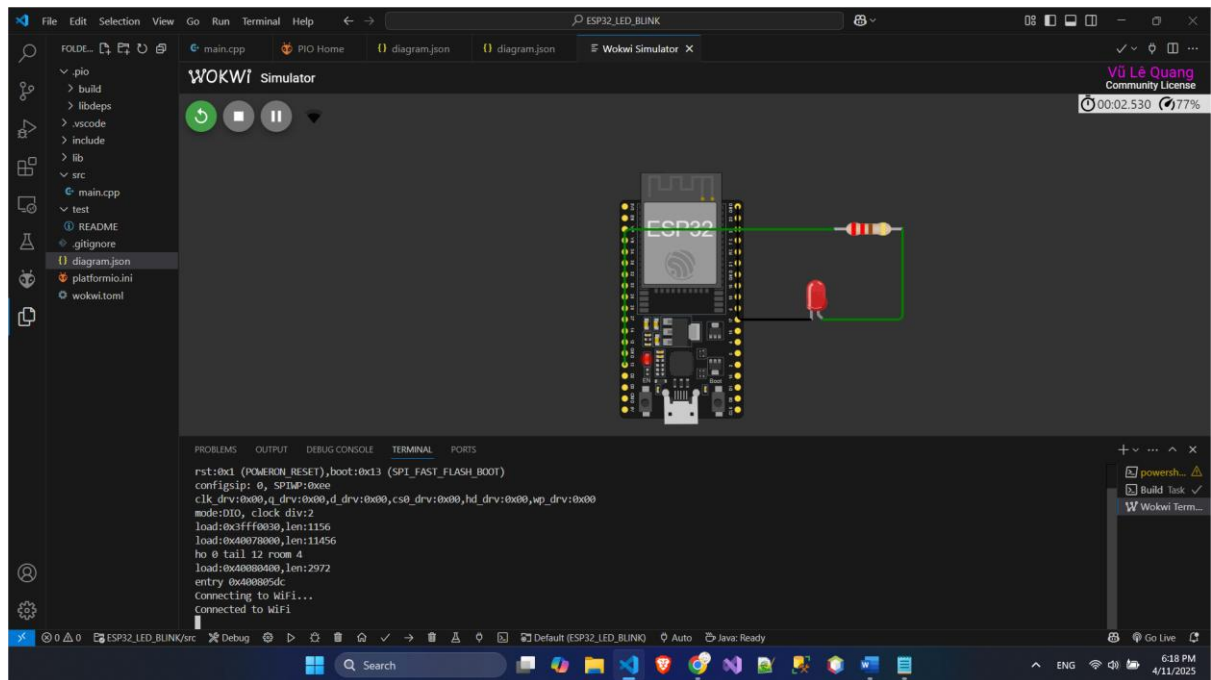
Kết nối phần cứng cụ thể:

Chân thiết bị	Kết nối tới
ACS712 VCC	3.3V hoặc 5V từ ESP32 (tùy loại module)
ACS712 GND	GND ESP32
ACS712 OUT	Chân ADC của ESP32 (trong hình là GPIO36/DVP)
LED dương (+)	Cực dương pin AA
LED âm (-)	Qua điện trở → vào GND
Pin AA âm (-)	GND chung với cảm biến và ESP32

-Chương trình ESP32 mô phỏng cảm biến dòng điện ACS712

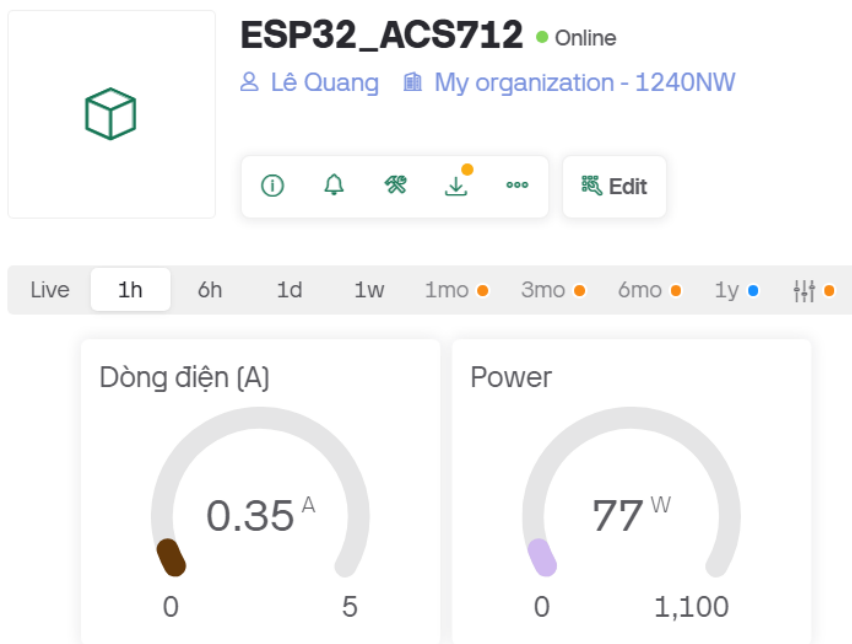
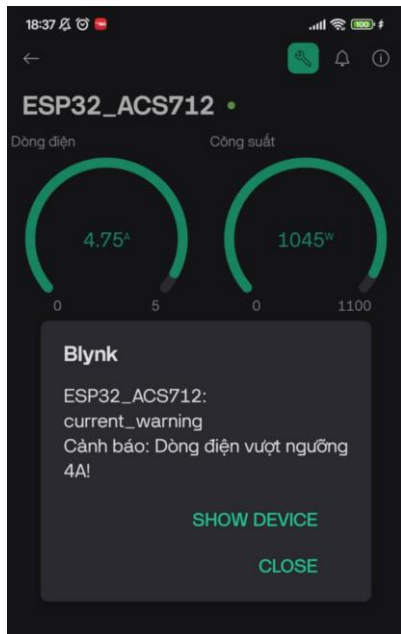
Vì Wokwi không hỗ trợ cảm biến ACS712, mã sử dụng giá trị ngẫu nhiên để giả lập dòng điện:

- Tính công suất tiêu thụ.
- Hiển thị thời gian thực và gửi cảnh báo qua Blynk.
- Lưu trữ lịch sử dữ liệu trên ThingSpeak.
- Điều khiển LED để giả lập trạng thái.
- Mô phỏng cảm biến ACS712.

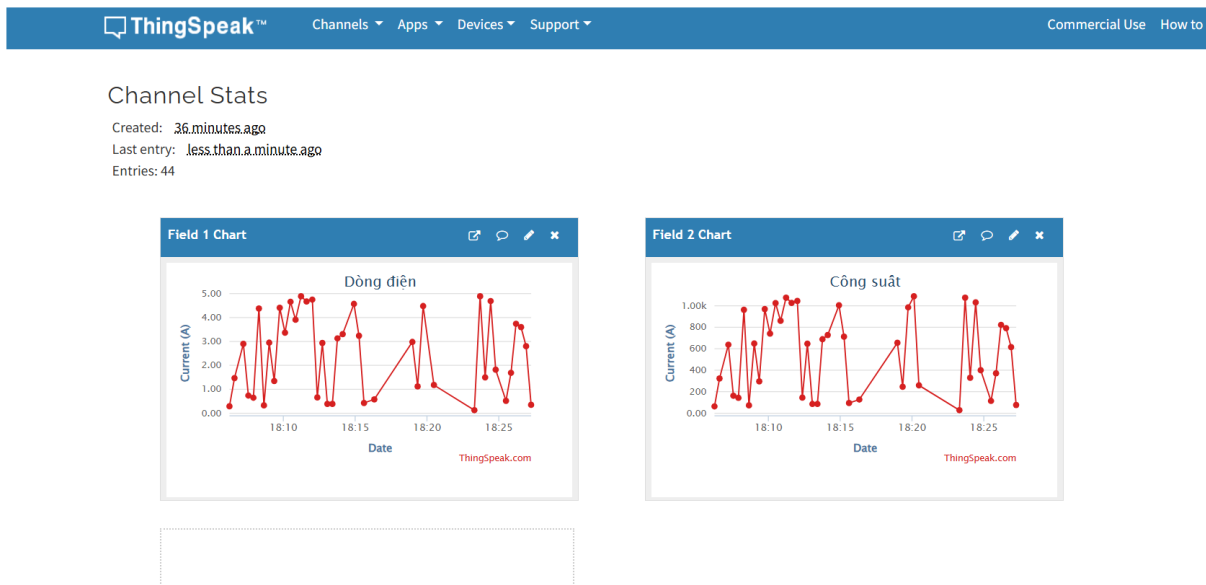


-Kết nối tới blynk

Có thể xem cường độ dòng điện và công suất thông qua Blynk đồng thời nhận cảnh báo nếu dòng điện vượt ngưỡng an toàn tối thiết bị của bạn.



- Sử dụng Thingspeak để lưu trữ thông tin về dòng điện và công suất để tiện nắm và theo dõi



IV.Kết Luận

- Kết quả nhận được
 - Dự án "Giám sát năng lượng tiêu thụ với ESP32" đã được triển khai thành công, đạt được các mục tiêu đề ra ban đầu. Hệ thống sử dụng vi điều khiển ESP32 để mô phỏng cảm biến dòng điện ACS712 (bằng giá trị ngẫu nhiên trên Wokwi), tính toán công suất tiêu thụ, và gửi dữ liệu lên hai nền tảng đám mây là Blynk và Thingspeak. Cụ thể, các kết quả đạt được bao gồm:
 - Mô phỏng và tính toán công suất tiêu thụ: Hệ thống đã mô phỏng thành công cảm biến dòng điện ACS712 bằng cách tạo giá trị dòng điện ngẫu nhiên (0-5A), từ đó tính toán công suất tiêu thụ dựa trên điện áp giả định 220V (điện lưới Việt Nam). Kết quả được hiển thị trên Serial Monitor, bao gồm giá trị dòng điện và công suất.
 - Hiển thị thời gian thực và gửi cảnh báo qua Blynk: Dữ liệu dòng điện và công suất được gửi lên Blynk thông qua các chân ảo V1 và V2, cho phép theo dõi thời gian thực trên giao diện Blynk. Sự kiện `current_warning` đã được cấu hình

để gửi thông báo (qua push notification hoặc email) khi dòng điện vượt ngưỡng 4A, giúp người dùng nhận biết kịp thời các tình huống bất thường.

- Lưu trữ và hiển thị lịch sử dữ liệu trên ThingSpeak: Dữ liệu dòng điện và công suất được gửi lên ThingSpeak nơi chúng được lưu trữ và hiển thị dưới dạng biểu đồ. Điều này cho phép người dùng xem lịch sử dữ liệu trong các khoảng thời gian khác nhau (1 ngày, 1 tuần, v.v.), khắc phục hạn chế của Blynk khi không có bản quyền để sử dụng SuperChart với nhiều datastream.
- Điều khiển LED để giả lập trạng thái: Một bóng LED được tích hợp vào hệ thống để giả lập trạng thái gửi dữ liệu và cảnh báo. LED sáng bình thường trong 2 giây khi dữ liệu được gửi thành công, và nhấp nháy nhanh (5 lần, mỗi lần 200ms) khi dòng điện vượt ngưỡng, giúp trực quan hóa trạng thái hệ thống.
- Dự án đã chứng minh khả năng của ESP32 trong việc giám sát năng lượng tiêu thụ, kết hợp với các nền tảng IoT như Blynk và ThingSpeak để hiển thị, lưu trữ dữ liệu, và gửi cảnh báo. Mặc dù chỉ là mô phỏng trên Wokwi, hệ thống có thể dễ dàng triển khai trên phần cứng thực tế bằng cách thay giá trị dòng điện ngẫu nhiên bằng dữ liệu từ cảm biến ACS712 thực.

- Hướng phát triển trong tương lai:

- Thay thế giá trị dòng điện ngẫu nhiên bằng cảm biến ACS712 thực tế để đo lường chính xác hơn.
- Tích hợp thêm cảm biến điện áp để tính công suất chính xác trong trường hợp điện áp thay đổi.
- Thêm tính năng gửi cảnh báo qua Telegram hoặc các nền tảng khác để tăng tính linh hoạt.
- Sử dụng AI hoặc thuật toán phân tích dữ liệu trên ThingSpeak để dự đoán xu hướng tiêu thụ năng lượng.
- Tối ưu hóa hệ thống để giảm thời gian trễ khi gửi dữ liệu và cải thiện hiệu suất tổng thể.

- Dự án không chỉ mang lại giá trị thực tiễn trong việc giám sát và quản lý năng lượng, mà còn mở ra tiềm năng ứng dụng trong các hệ thống IoT thông minh, góp phần tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường.

Tài liệu tham khảo

[1] Espressif Systems. (2025). *ESP32 Technical Reference Manual*.

<https://www.espressif.com/en/support/documents/technical-documents>.

[2] Blynk Documentation. (2025). *Blynk Official Documentation*.

<https://docs.blynk.io/>.

[3] ThingSpeak Documentation. (2025). *ThingSpeak Official Documentation*.

<https://www.mathworks.com/help/thingspeak/>.

[4] Allegro MicroSystems. (2025). *ACS712 Datasheet*.

<https://www.allegromicro.com/en/products/sense/current-sensor-ics/acs712>.

[5] Wokwi Documentation. (2025). *Wokwi Simulator Guide*.

<https://docs.wokwi.com/>.