

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC, ĐẠI HỌC HUẾ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



TIỂU LUẬN
GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG TIÊU THỤ VỚI ESP32

Môn học: Phát triển ứng dụng IOT - Nhóm 5

Giáo viên hướng dẫn: Thầy Võ Việt Dũng

THỪA THIÊN HUẾ, 2025

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành bài tiểu luận này, không chỉ nhờ sự nỗ lực cố gắng của một mình tôi mà còn có sự hỗ trợ nhiệt tình đến từ thầy cô và bạn bè. Vì vậy, trước tiên tôi xin gửi một lời cảm ơn đến thầy **Võ Việt Dũng**, giảng viên tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Thầy là người giảng dạy, truyền đạt những kiến thức giúp đỡ tôi rất nhiều để hoàn thành bài tiểu luận này.

Sau đó, tôi cũng dành một lời cảm ơn sâu sắc đến nhà trường, thầy cô, và các bạn đồng hành, những người đã không ngần ngại giải đáp những thắc mắc, nghi vấn trong quá trình tôi thực hiện đề tài. Nhờ sự hỗ trợ đó, tôi có đủ kiến thức và khả năng tìm hiểu, nghiên cứu sâu hơn về đề tài, góp phần làm cho bài tiểu luận này hoàn thiện nhất, tốt nhất có thể.

Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện, tôi sẽ khó tránh khỏi những thiếu sót và sai sót. Vì vậy, tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu từ thầy cô và các bạn để có thể hoàn thiện đề tài tốt hơn.

II

Mục lục

1. Danh mục các từ viết tắt	3
2. Mục lục	3
3. Phần Mở đầu	4
a. 3.1 Bối cảnh.....	4
b. 3.2 Mục tiêu.....	5
4. Phần Nội dung	7
a. 4.1 Tổng quan về hệ thống đo điện thông minh.....	7
i. 4.1.1 Khái niệm về hệ thống đo điện thông minh.....	11
ii. 4.1.2 Lợi ích của hệ thống đo điện thông minh.....	12
b. 4.2 Thành phần hệ thống.....	12
i. 4.2.1 Phần cứng.....	15
ii. 4.2.2 Phần mềm.....	16
c. 4.3 Nguyên lý hoạt động.....	16
i. 4.3.1 Thu thập dữ liệu.....	16
ii. 4.3.2 Xử lý dữ liệu.....	16
iii. 4.3.3 Truyền và hiển thị dữ liệu.....	17
d. 4.4 Thiết kế và mô phỏng trên Wokwi.....	17
i. 4.4.1 Sơ đồ kết nối.....	17
ii. 4.4.2 Mô phỏng trên Wokwi.....	18
e. Phần Kết luận/Nhận xét/Đánh giá/Kiến nghị.....	18
f. 5.1 Tóm tắt.....	18
g. 5.2 Hướng phát triển.....	18
5. Tài liệu tham khảo	19
6. Phụ lục (nếu có)	19
a. 7.1 Hình ảnh mô phỏng trên Wokwi.....	20
b. 7.2 Mã nguồn ESP32.....	20

III. Danh mục các từ viết tắt

1. Danh mục viết tắt

ESP32: Vi điều khiển có kết nối Wi-Fi.

IoT: Internet of Things (Internet vạn vật).

AC: Dòng điện xoay chiều.

DC: Dòng điện một chiều.

Blynk: Nền tảng giám sát và điều khiển thiết bị IoT.

RL: Điện trở lấy mẫu. **PZEM-004T:** Cảm biến đo điện năng

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. Mức tiêu thụ điện tăng theo thời gian.....	6
Hình 2. So sánh giữa giám sát truyền thống và giám sát bằng IoT.....	7
Hình 3. Sơ đồ kết nối điều khiển thiết bị điện bằng ESP32 và Relay.....	8
Hình 4. Mô hình điều khiển thiết bị điện qua ESP32 kết nối Blynk.....	9
Hình 5. Giao diện Web Dashboard của Blynk 2.0.....	10
Hình 6. Giao diện điều khiển thiết bị trên ứng dụng Blynk.....	11
Hình 7. Sơ đồ kết nối module đo điện năng PZEM-004T với máy tính qua UART TTL.....	12
Hình 8. Mô tả giao diện giám sát điện năng tiêu thụ trên nền tảng Blynk 2.0.....	13
Hình 9. Giao diện thiết kế.....	14
Hình 10. Giao diện ứng dụng Blynk với đồng hồ đo nhiệt độ, độ ẩm và biểu đồ.....	15
Hình 11. Hình ảnh minh họa cho công thức.....	17
Hình 12. Mô phỏng trên Wokwi.....	18
Hình 13. Minh họa.....	19
Hình 14. Mô phỏng kết nối giữa ESP32 và các cảm biến điện năng.....	20
Hình 15. Giao diện web Blynk demo: các đồng hồ đo điện áp, dòng điện, công suất.....	20

IV. Phần mở đầu

a 3.1 Bối cảnh

Trong thời đại công nghệ phát triển mạnh mẽ hiện nay, việc giám sát và quản lý mức tiêu thụ điện năng là một yếu tố quan trọng để giúp tiết kiệm năng lượng và giảm thiểu chi phí cho người sử dụng. Tuy nhiên, các phương pháp giám sát truyền thống gặp phải nhiều hạn chế như khó khăn trong việc theo dõi theo thời gian thực và độ chính xác không cao. Với sự phát triển của công nghệ Internet of Things (IoT), các hệ thống giám sát điện năng thông minh ra đời và đem lại những lợi ích vượt trội.

Đồng thời, nhu cầu sử dụng các thiết bị điện ngày càng tăng trong hộ gia đình và doanh nghiệp khiến việc giám sát tiêu thụ điện trở thành một yêu cầu cấp thiết. Các hệ thống truyền thống không có khả năng cảnh báo khi có sự cố hoặc tiêu thụ bất thường xảy ra. Trong khi đó, các hệ thống giám sát hiện đại dựa trên nền tảng IoT có khả năng kết nối mạng, truyền dữ liệu thời gian thực, điều khiển từ xa và lưu trữ dữ liệu lên nền tảng đám mây, mang lại hiệu quả cao trong quản lý và tiết kiệm năng lượng.

b 3.2 Mục tiêu tiểu luận

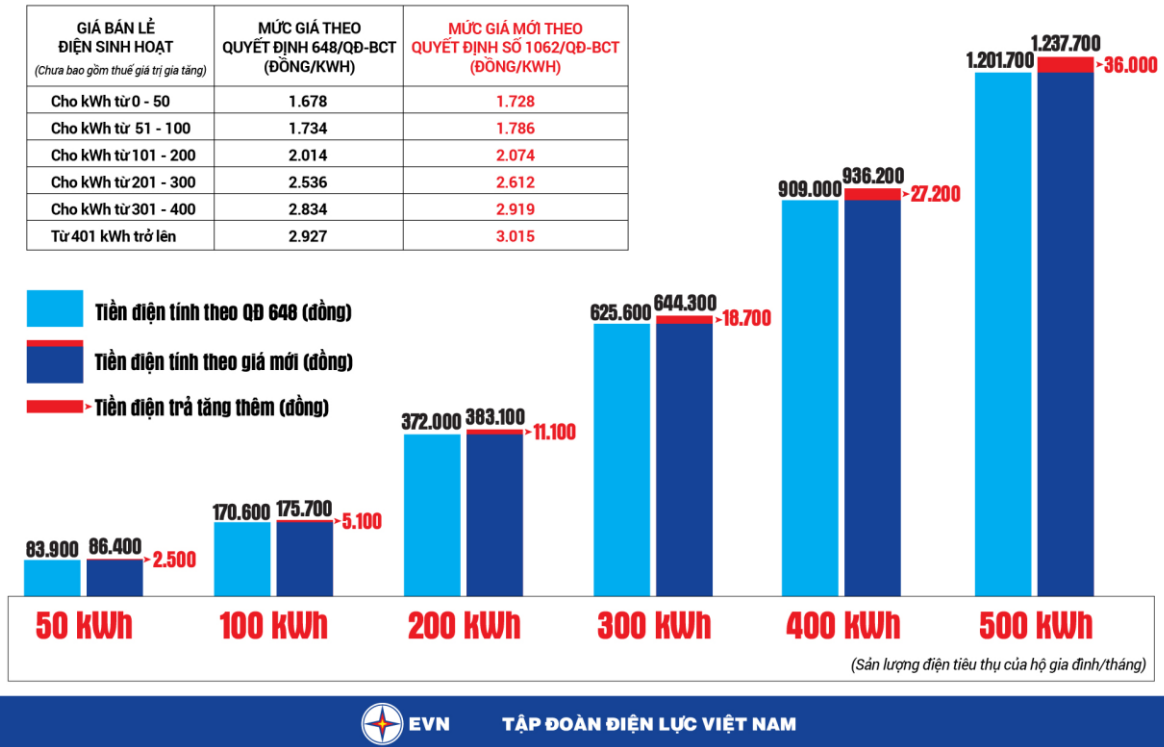
Bài tiểu luận này trình bày một hệ thống đo điện thông minh sử dụng vi điều khiển ESP32 và nền tảng Blynk 2.0, giúp người dùng có thể giám sát mức tiêu thụ điện năng từ xa một cách chính xác và hiệu quả. Hệ thống cũng sử dụng các cảm biến như ZMPT101B, SCT-013-030, và PZEM-004T để thu thập và xử lý dữ liệu về điện năng tiêu thụ.

Ngoài việc giám sát mức tiêu thụ điện năng, hệ thống còn hướng đến khả năng mở rộng để điều khiển từ xa các thiết bị điện, cảnh báo khi vượt quá mức tiêu thụ cho phép, và phân tích dữ liệu tiêu thụ theo thời gian. Hệ thống được mô phỏng trên nền tảng Wokwi để kiểm thử, đồng thời tích hợp nền tảng Blynk 2.0 để người dùng có thể theo dõi điện năng qua smartphone một cách trực quan và tiện lợi. Trong tương lai, hệ thống có thể tích hợp với trợ lý ảo hoặc các nền tảng AI để tự động hoá quy trình tiết kiệm điện.

Minh họa đề xuất:

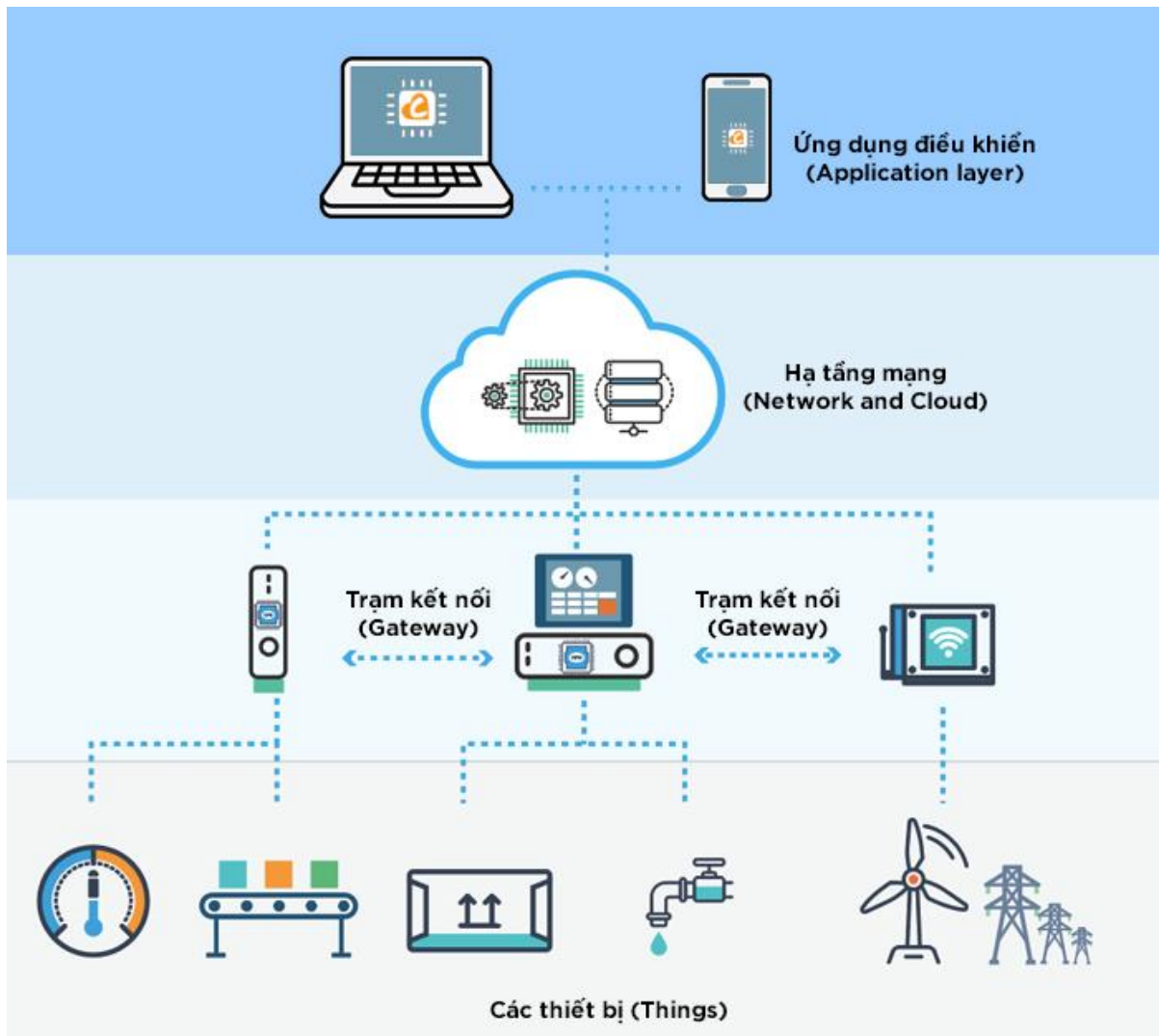
Biểu đồ hoặc infographic thể hiện **mức tiêu thụ điện tăng theo thời gian** trong hộ gia đình. (Hình 1)

Sau điều chỉnh tăng giá điện, khách hàng sử dụng điện sinh hoạt phải trả thêm bao nhiêu tiền điện mỗi tháng?



Hình 1: Biểu đồ minh họa mức tăng chi phí tiền điện hàng tháng sau khi điều chỉnh giá điện theo Quyết định 1062/QĐ-BCT. Việc tăng giá điện là một trong những động lực quan trọng để triển khai các giải pháp giám sát và tối ưu hóa tiêu thụ điện năng trong hộ gia đình.

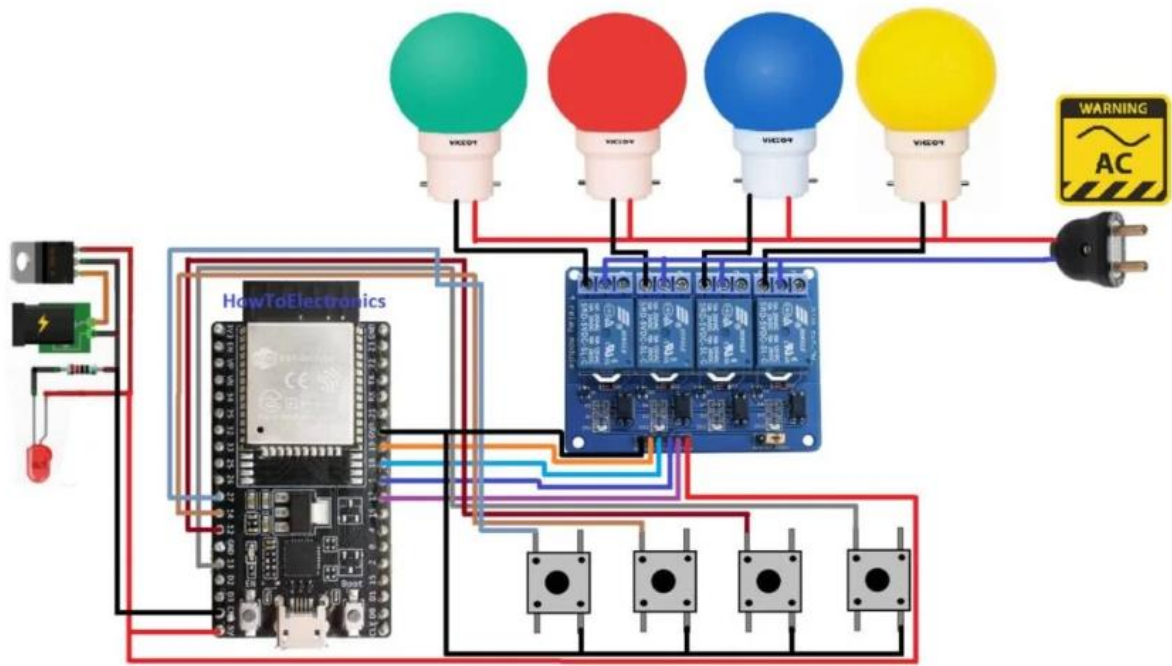
Ảnh minh họa so sánh giữa giám sát truyền thống và giám sát bằng IoT(Hình 2)



Hình 2: Sơ đồ này minh họa hệ thống giám sát điện năng hiện đại sử dụng công nghệ IoT, với các cảm biến kết nối không dây, dữ liệu được truyền đến máy chủ đám mây và người dùng có thể theo dõi từ xa qua các thiết bị thông minh.

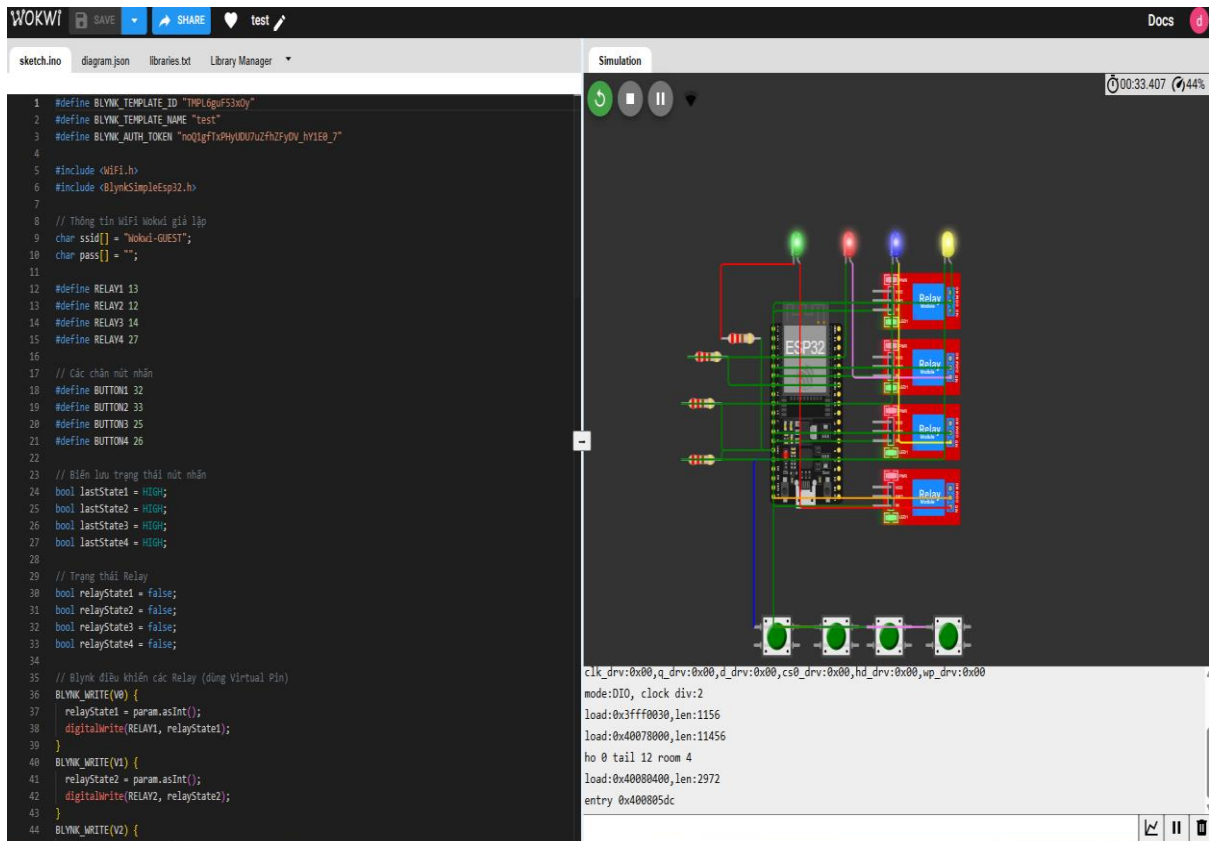
V. PHẦN NỘI DUNG

a 4.1.1 Tổng quan về hệ thống đo điện thông minh



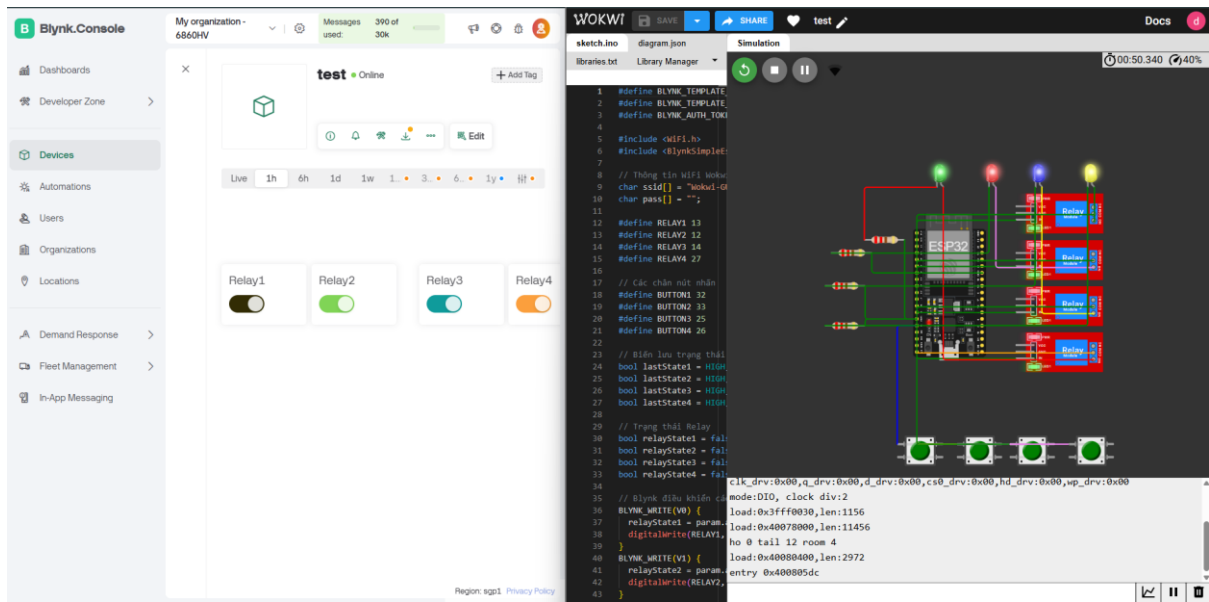
Hình ảnh 3: Sơ đồ kết nối điều khiển thiết bị điện bằng ESP32 và Relay.

Hình ảnh minh họa sơ đồ kết nối mạch điều khiển thiết bị điện sử dụng vi điều khiển ESP32. Các chân GPIO của ESP32 được sử dụng để điều khiển module Relay, qua đó bật/tắt các bóng đèn. Hệ thống sử dụng nguồn 9V DC kết hợp với IC ổn áp 7805 để chuyển xuống 5V cung cấp cho ESP32. Sơ đồ này là nền tảng để kết nối các thiết bị điện truyền thống với hệ thống điều khiển tự động trong các ứng dụng IoT.

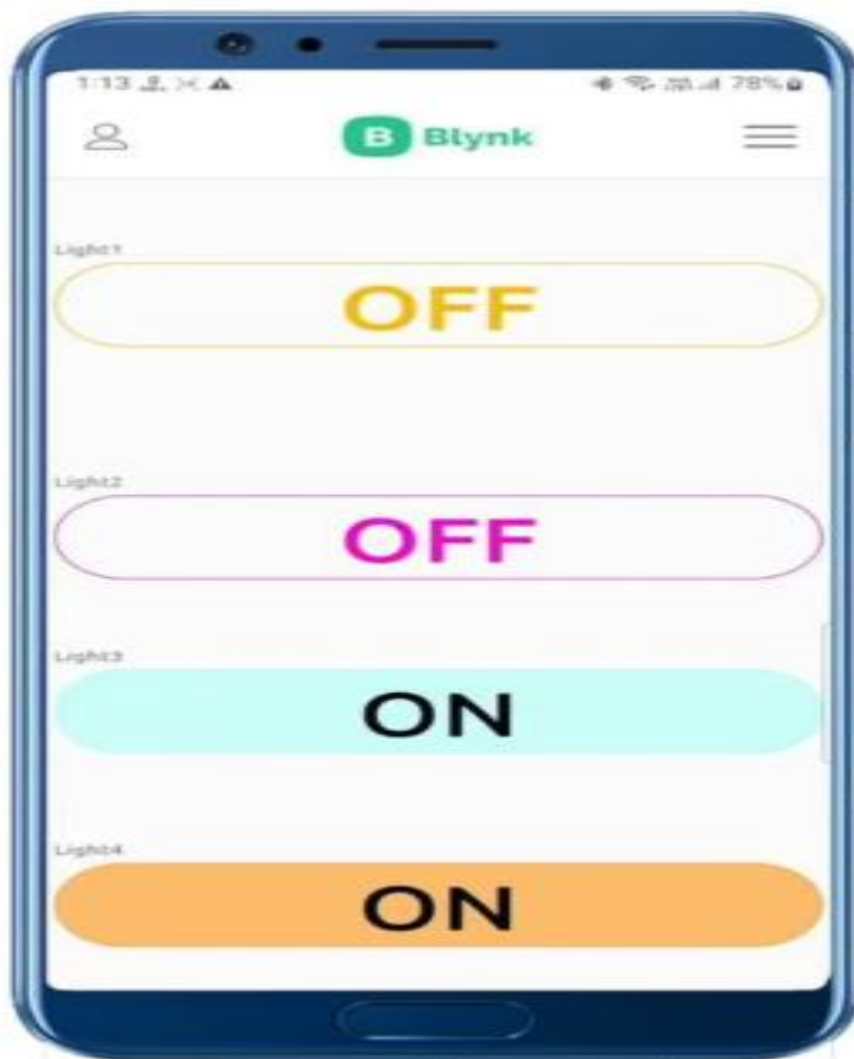


Hình ảnh 4: Mô hình điều khiển thiết bị điện qua ESP32 kết nối Blynk.

Hình ảnh mô phỏng hệ thống điều khiển thiết bị điện sử dụng vi điều khiển ESP32. ESP32 được lập trình để kết nối Wi-Fi và giao tiếp với nền tảng Blynk. Các nút nhấn trên mạch điều khiển tương ứng với các bóng đèn, cho phép điều khiển bật/tắt thông qua ứng dụng Blynk trên điện thoại hoặc Blynk Web. Hệ thống minh họa cách Blynk giúp điều khiển thiết bị từ xa một cách trực quan và hiệu quả.



Hình ảnh 5: **Giao diện Web Dashboard của Blynk 2.0.** Minh họa giao diện bảng điều khiển trực tuyến (Web Dashboard) của nền tảng Blynk 2.0. Tại đây, người dùng có thể theo dõi và điều khiển các thiết bị thông minh như đèn (Light), công tắc (Switch),... thông qua các widget hiển thị trạng thái thiết bị. Giao diện này là phần hiển thị dữ liệu và điều khiển tương tác giữa người dùng và hệ thống IoT, được kết nối thông qua Wi-Fi từ các vi điều khiển như ESP32.



Hình ảnh 6: Giao diện điều khiển thiết bị trên ứng dụng Blynk. Hình ảnh minh họa giao diện người dùng trên ứng dụng Blynk chạy trên điện thoại. Giao diện cho phép điều khiển các thiết bị điện (Light1 đến Light4) thông qua các nút nhấn ON/OFF. Khi người dùng thao tác trên ứng dụng, tín hiệu sẽ được gửi đến ESP32 qua Wi-Fi để bật/tắt các thiết bị được kết nối, giúp điều khiển từ xa dễ dàng và trực quan trong hệ thống nhà thông minh.

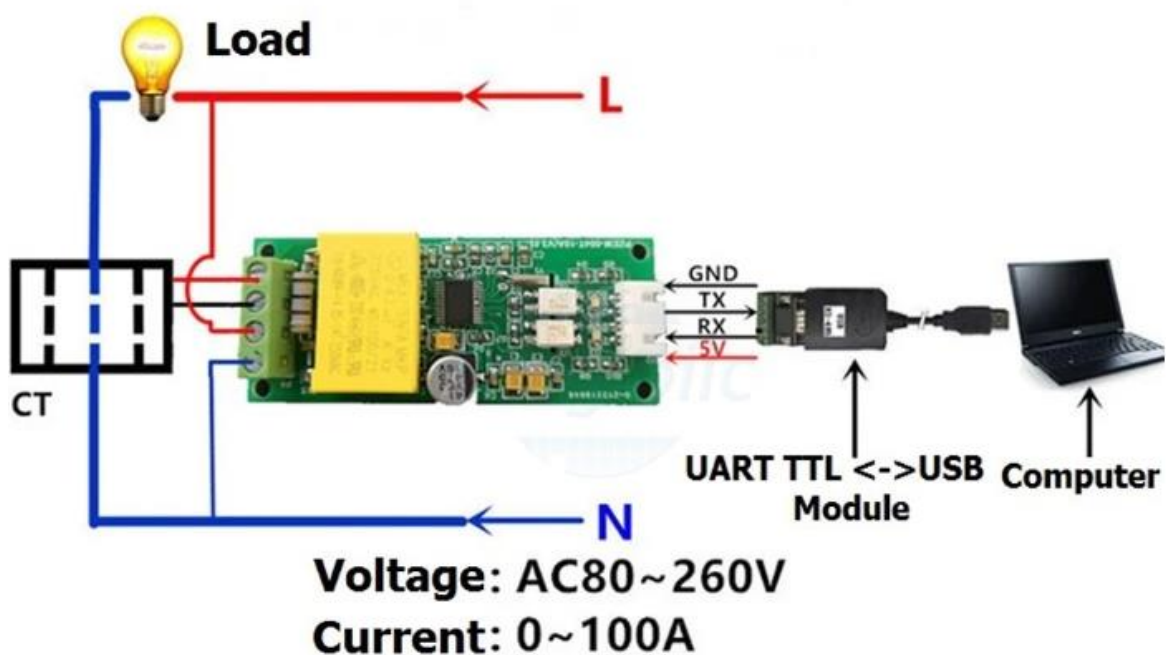
4.1.1 Khái niệm về hệ thống đo điện thông minh

Hệ thống đo điện thông minh sử dụng các cảm biến để đo lường các tham số như điện áp, dòng điện và công suất tiêu thụ. Dữ liệu từ các cảm biến được xử lý bởi vi điều khiển ESP32 và truyền tải tới các nền tảng giám sát như Blynk hoặc ThingSpeak qua kết nối Wi-Fi. Hệ thống giúp người sử dụng theo dõi và quản lý điện năng tiêu thụ một cách thuận tiện và chính xác.

ii 4.1.2 Lợi ích của hệ thống đo điện thông minh

- **Giám sát từ xa:** Người dùng có thể theo dõi mức tiêu thụ điện năng từ bất kỳ đâu thông qua ứng dụng Blynk trên điện thoại.
- **Tiết kiệm điện năng:** Hệ thống cung cấp thông tin về mức tiêu thụ, giúp người dùng kiểm soát việc sử dụng điện và tiết kiệm chi phí.
- **Cảnh báo tiêu thụ cao:** Hệ thống có thể cảnh báo người dùng khi mức tiêu thụ điện vượt quá ngưỡng cho phép.

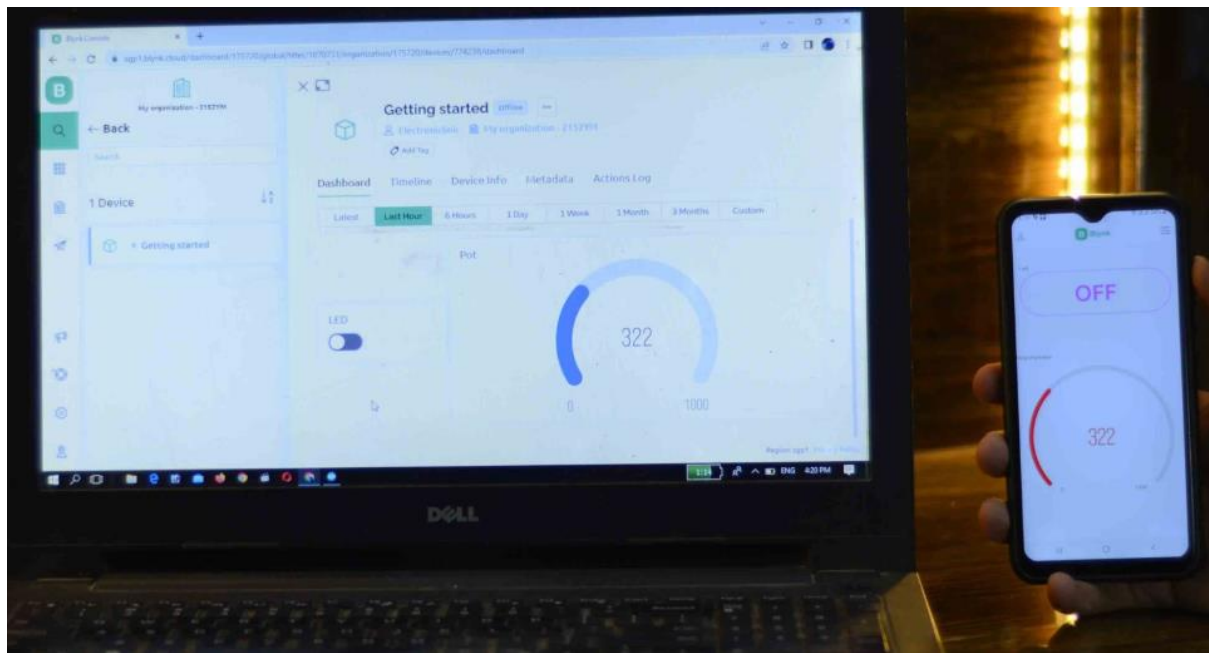
b 4.2 Thành phần hệ thống



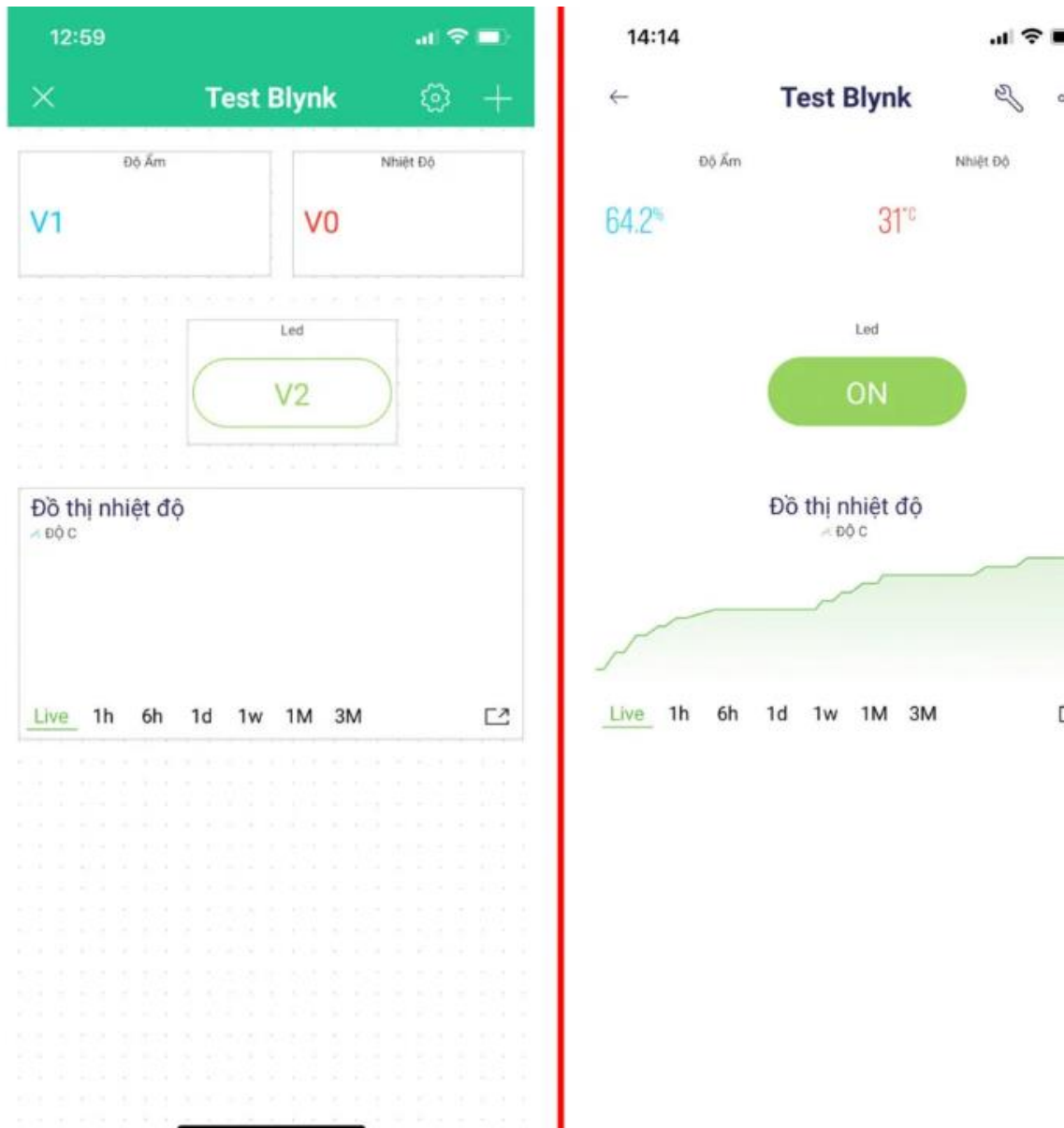
Hình 7: Sơ đồ kết nối module đo điện năng PZEM-004T với máy tính qua UART TTL.

Hệ thống sử dụng biến dòng CT để đo dòng điện xoay chiều, PZEM-004T để thu thập dữ liệu điện áp và dòng điện. Thông tin sau đó được truyền đến máy tính qua module chuyển đổi UART TTL sang USB để xử lý và hiển thị.

Giao diện của **app Blynk 2.0** khi hiển thị dữ liệu tiêu thụ điện.(hình 8,hình 9,hình 10)



Hình 8: Mô tả giao diện giám sát điện năng tiêu thụ **trên nền tảng Blynk 2.0**, hiển thị đồng thời trên **laptop** và **điện thoại di động**



Hình 9: Giao diện thiết kế (trái) và giao diện hiển thị thực tế (phải) trên ứng dụng Blynk, hiển thị dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm và điều khiển LED



Hình 10: Giao diện ứng dụng Blynk với đồng hồ đo nhiệt độ, độ ẩm và biểu đồ trực quan hóa dữ liệu từ cảm biến DHT

i 4.2.1 Phần cứng

- **ESP32:** Vi điều khiển có khả năng kết nối Wi-Fi, xử lý và truyền tải dữ liệu.
- **Cảm biến ZMPT101B:** Đo điện áp AC.
- **Cảm biến SCT-013-030:** Đo dòng điện AC.
- **Cảm biến PZEM-004T:** Đo công suất tiêu thụ điện năng.
- **Màn hình LCD I2C 20x4:** Hiển thị thông tin về mức tiêu thụ điện năng.

ii 4.2.2 Phần mềm

- **Blynk 2.0:** Ứng dụng giám sát trên điện thoại, giúp hiển thị dữ liệu về điện năng tiêu thụ.
- **ThingSpeak:** Nền tảng IoT để lưu trữ và phân tích dữ liệu.
- **Wokwi:** Công cụ mô phỏng hệ thống phần cứng và kiểm tra hoạt động của ESP32 và các cảm biến.

c 4.3 Nguyên lý hoạt động

i 4.3.1 Thu thập dữ liệu

- **Cảm biến ZMPT101B** đo điện áp AC.
- **Cảm biến SCT-013-030** đo dòng điện AC.
- **Cảm biến PZEM-004T** tính toán công suất tiêu thụ điện.

ii 4.3.2 Xử lý dữ liệu

ESP32 tính toán công suất tiêu thụ theo công thức:

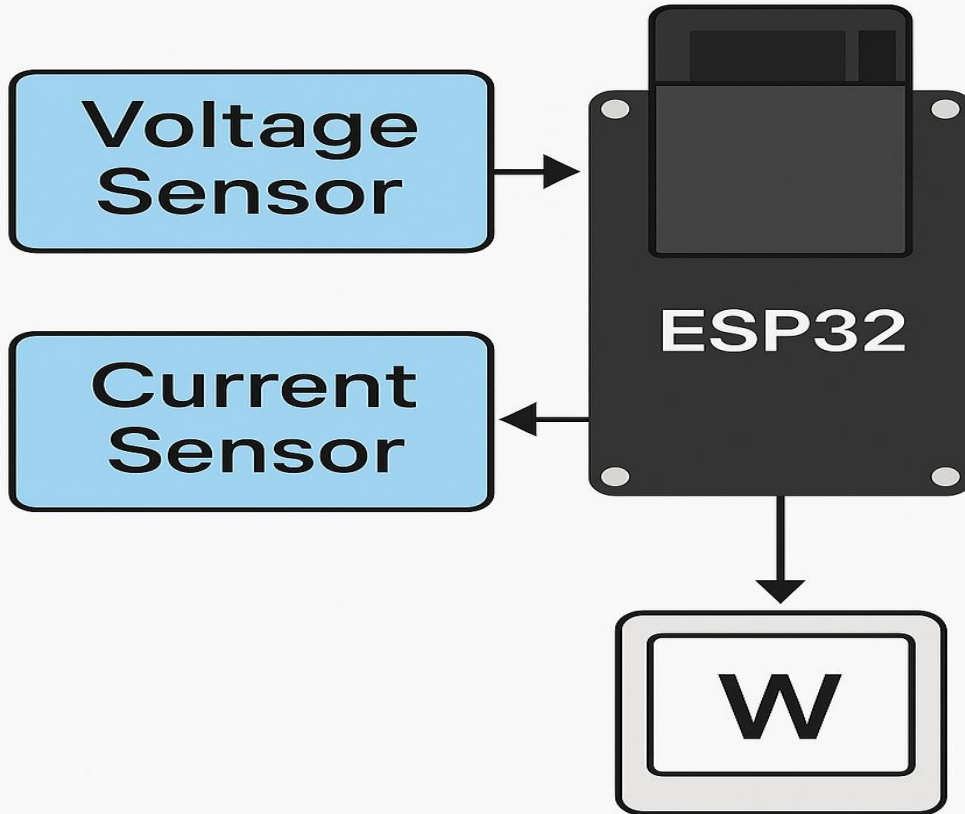
$$P = V \times I \times \text{PF} = V \times I \times \text{PF}$$

Trong đó:

- P là công suất tiêu thụ (W).
- V là điện áp (V).
- I là dòng điện (A).

Hình 11: Hình ảnh minh họa cho công thức

$$P = V \times I$$



iii 4.3.3 Truyền và hiển thị dữ liệu

Dữ liệu được truyền đến nền tảng Blynk hoặc ThingSpeak để hiển thị thông qua ứng dụng điện thoại. Màn hình LCD cũng hiển thị thông tin về điện năng tiêu thụ.

d 4.4 Thiết kế và mô phỏng trên Wokwi

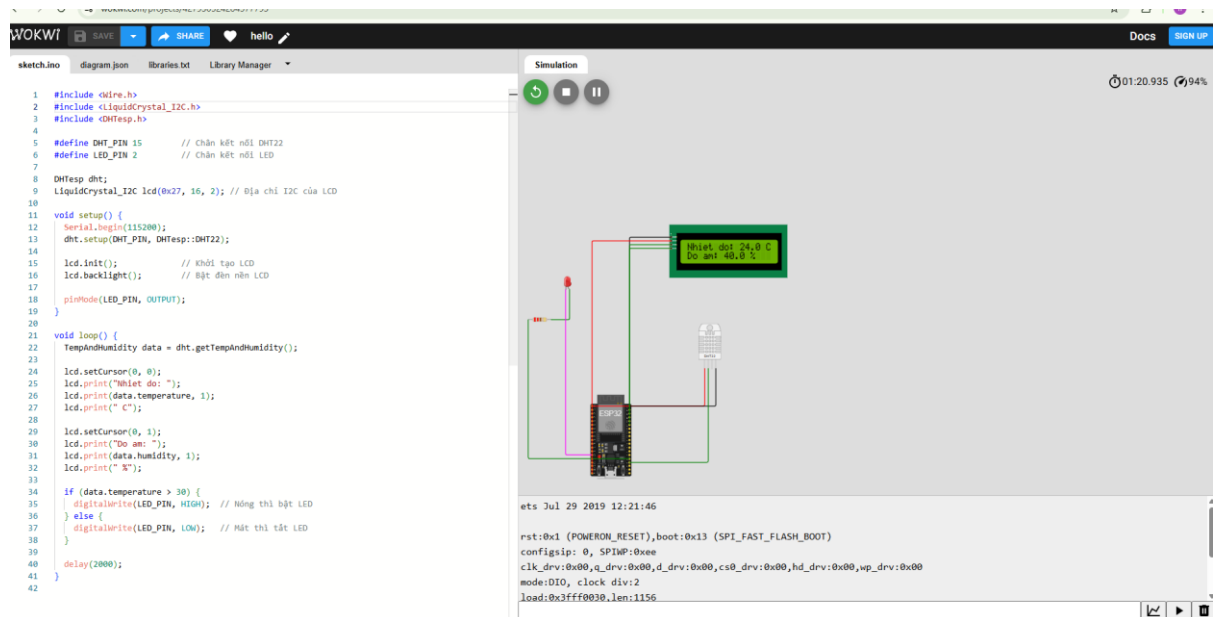
i 4.4.1 Sơ đồ kết nối

- **ESP32** kết nối với các cảm biến điện áp, dòng điện qua các chân GPIO.
- Màn hình LCD kết nối với ESP32 qua giao thức I2C.

ii 4.4.2 Mô phỏng trên Wokwi

- Mô phỏng hoạt động của hệ thống đo điện thông minh trên Wokwi, nơi các cảm biến được kết nối với ESP32. Nếu một số cảm biến không có trong Wokwi, hệ thống sẽ sử dụng dữ liệu ngẫu nhiên để mô phỏng hoạt động của chúng.

Hình 12: Mô phỏng trên Wokwi



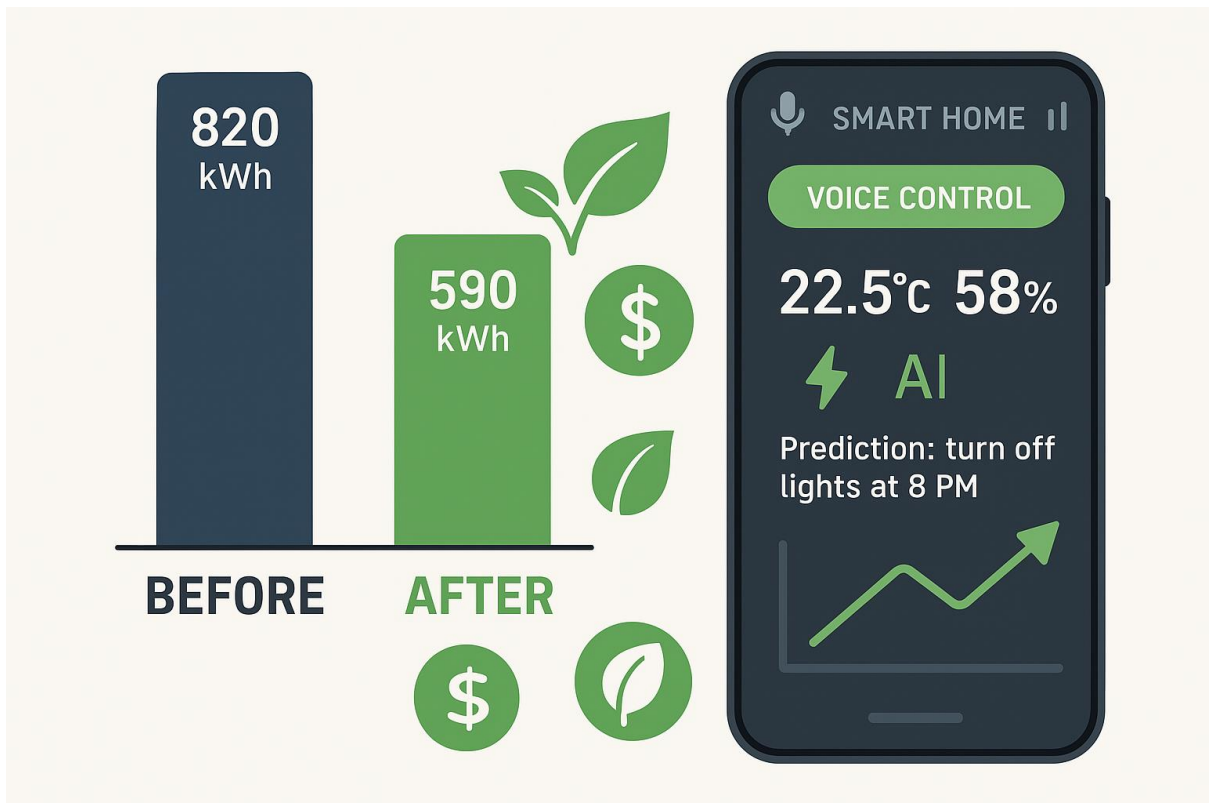
VI. PHẦN KẾT LUẬN/NHẬN XÉT/ĐÁNH GIÁ/KIẾN NGHỊ

a 5.1 Tóm tắt

Hệ thống đo điện thông minh sử dụng ESP32 và Blynk 2.0 giúp người dùng giám sát mức tiêu thụ điện năng một cách chính xác và thuận tiện. Hệ thống sử dụng các cảm biến để đo lường các tham số điện năng, truyền tải dữ liệu qua Wi-Fi và hiển thị thông tin trên điện thoại hoặc màn hình LCD.

b 5.2 Hướng phát triển

- Cải thiện độ chính xác của cảm biến:** Cần thực hiện hiệu chuẩn tốt hơn để đảm bảo độ chính xác cao.
- Tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI):** Sử dụng AI để dự đoán mức tiêu thụ điện năng trong tương lai và tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng.
- Bổ sung các tính năng cảnh báo thông minh:** Thêm cảnh báo khi mức tiêu thụ điện vượt quá ngưỡng cho phép, giúp người dùng quản lý năng lượng hiệu quả hơn



Hình 13: Minh họa

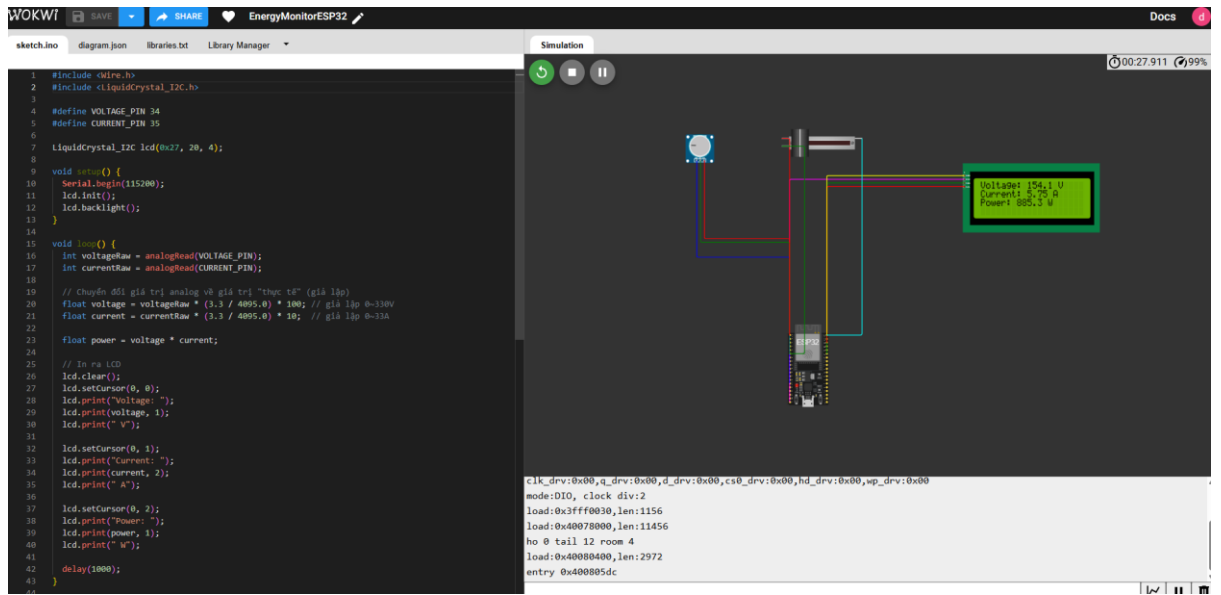
VII. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IoT Smart Electricity Energy Meter with ESP32 & Blynk 2.0. Truy cập từ: <https://how2electronics.com/iot-smart-electricity-energy-meter-with-esp32-blynk-2-0/>
- [2] Wokwi Simulation for ESP32. Truy cập từ: <https://wokwi.com/>

VII. PHỤ LỤC(NẾU CÓ)

a 7.1 Hình ảnh mô phỏng trên Wokwi

- Hình ảnh (14) mô phỏng kết nối giữa ESP32 và các cảm biến điện năng.



b 7.2 Hình ảnh Giao diện web Blynk .Hình ảnh (15) Giao diện web Blynk demo: các đồng hồ đo điện áp, dòng điện, công suất.

