

Hệ thống quản lý điện năng bằng công nghệ không dây

Nguyễn Thị Thanh Thủy*, Đỗ Ngọc Khánh Linh**, Nguyễn Minh Ngọc**,
Nguyễn Phúc Thanh Quỳnh**, Đào Trọng Nghĩa**, Tăng Minh Diệp**

*ThS. Trường Đại học Hải Phòng, **Học sinh Trường TH Vinschool Imperia

Received: 17/4/2023; Accepted: 21/4/2023; Published: 26/4/2023

Abstract: The article researches and manufactures a smart electricity management system via a remote app, helping users look up the parameters of power consumption at any desired time. This system continues to develop features and may be practical in the future.

Keywords: Electricity, wireless technology

1. Đặt vấn đề

Theo Cơ quan Năng lượng Quốc tế IEA năm 2021, ngành điện chiếm khoảng 20% tổng mức tiêu thụ năng lượng. Quá trình tiêu thụ điện thải ra môi trường lượng CO₂ rất lớn, chiếm 1/3 tổng lượng CO₂ thải ra của ngành năng lượng. Chính vì vậy, tiết kiệm điện là xu hướng bền vững của con người trong thế giới hiện đại.

Tại Việt Nam, thói quen sử dụng điện năng (ĐN) của người dân vẫn còn lãng phí, nhất là ở các khu vực công cộng như: trường học, sinh hoạt ở các hộ gia đình... Tình trạng quá tải điện, rò rỉ điện, dễ dẫn đến cháy nổ gây mất an toàn cho người dân. Bản thân người dân hầu như không kiểm soát được lượng điện tiêu thụ trong gia đình mình.

Mặt khác, các thông số về điện cần được phổ cập cho học sinh (HS) và người dân, để ngay từ khi ngồi trên ghế nhà trường, HS từ lứa tuổi trung học có thể hiểu và tính toán được các thông số về điện mà thay đổi thói quen sử dụng.

Từ thực tế trên, nhóm tác giả đã nghiên cứu và cho ra đời “Hệ thống quản lý điện năng bằng công nghệ không dây” với bốn nhóm chức năng chính:

*Cung cấp cho người dùng công cụ tra cứu các chỉ số về điện: Công suất P (W), Cường độ dòng điện (A), Hiệu điện thế U (V), Chỉ số công tơ (KWh), Tần số điện (Hz), Hệ số công suất:

App quản lý sẽ cho phép người sử dụng kiểm tra các chỉ số trên mọi lúc mọi nơi. Các thông tin và số liệu hiển thị dưới dạng biểu đồ theo từng giờ, từng ngày, từng tuần và từng tháng giúp người có sự so sánh mức độ tiêu thụ ĐN giữa các thời điểm.

*Cảnh báo khi điện năng vượt quá mức tiêu thụ đề ra

*Cảnh báo các sự cố điện

Khi điện năng tiêu thụ vượt quá mức, app sẽ tự động thông báo đến người dùng để kịp thời có các

biện pháp xử lý, tránh các tình huống nguy hiểm xảy ra như cháy dây dẫn điện, chập điện, cháy nổ,... Hệ thống sẽ tự động ngắt nguồn điện sau 2 lần thông báo để đảm bảo an toàn cho người dùng.

*Bật tắt các thiết bị từ xa

Hoạt động theo nguyên lý khi có chuyển động, đèn sẽ chuyển chế độ sáng, sau 2 phút không có người, đèn sẽ tự động tắt.

Sản phẩm được làm ra dựa trên nền tảng ngôn ngữ lập trình C++ để viết code trong giao diện Arduino IDE mang lại hiệu quả thiết thực. Đồng thời, hệ thống chỉ được sử dụng bộ điều khiển wifi (SMART WIFI Smart APP), Module PZEM-004T Máy Biến Áp Lõi Chia, NODEMCU, mạch Arduino, Raspberry Pi và Module Relay để mua và chi phí rẻ.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Thiết kế được một thiết bị nhỏ gọn, có khả năng hoạt động ổn định, đo các thông số cơ bản của dòng điện

Thiết kế app giúp người dùng theo dõi các chỉ số dòng điện tại thời điểm bất kỳ, nhằm kiểm tra tính minh bạch của công tơ điện. Đồng thời, cho phép người dùng đặt các hạn mức tiêu thụ để kiểm soát và tiết kiệm điện hiệu quả. Mặt khác, hệ thống có thể đưa ra các cảnh báo về sự cố quá tải điện, rò rỉ điện. App được sử dụng trên smartphone có thể bật tắt thiết bị từ xa, trong trường hợp quên không tắt tivi hay tắt quạt, tắt bếp... khi đi ra ngoài mà quên.

2.2. Thiết kế sản phẩm

2.2.1. Thiết kế hoàn thiện App Blynk: Cung cấp cho người dùng công cụ tra cứu các chỉ số về điện: Công suất P (W), Cường độ dòng điện (A), Hiệu điện thế U (V), Chỉ số công tơ (KWh), Tần số điện (Hz), Hệ số công suất:

*Nguyên lý hoạt động của App Blynk

Khi các thiết bị đo được điện áp, dòng điện tiêu

thụ, công suất tiêu thụ, tần số điện, lượng ĐN tiêu thụ sẽ gửi về mạch điều khiển trung tâm. Mạch điều khiển trung tâm sẽ:

Giao tiếp với công tơ giám sát để lấy được các chỉ số về điện của hệ thống điện của người sử dụng.

Gửi các chỉ số đó về Server chứa phần mềm quản lý.

Nhận lệnh của người quản lý để gửi “Chỉ số công tơ, ĐN tiêu thụ, công suất, điện áp...” tới người sử dụng điện thông qua App Blynk.

***Mã code lập trình cho app Blynk**

<pre>float voltage = pmz.voltage(); if (isnan(voltage)) { Serial.println("Voltage: "); Blynk.virtualWrite(V10, voltage); } else { Serial.println("Error reading voltage"); }</pre>	Do Điện áp và gửi dữ liệu về app
<pre>float current = pmz.current(); if (isnan(current)) { Serial.println("Current: "); Blynk.virtualWrite(V11, current); } else { Serial.println("Error reading current"); }</pre>	Do Cường độ dòng điện và gửi dữ liệu về app
<pre>float power = pmz.power(); if (isnan(power)) { Serial.println("Power: "); Blynk.virtualWrite(V12, power); } else { Serial.println("Error reading power"); }</pre>	Do Công suất và gửi dữ liệu về app
<pre>float energy = pmz.energy(); if (isnan(energy)) { Serial.println("Energy: "); Blynk.virtualWrite(V13, energy); } else { Serial.println("Error reading energy"); }</pre>	Do số Kilowatt-giờ sử dụng và gửi dữ liệu về app
<pre>float frequency = pmz.frequency(); if (isnan(frequency)) { Serial.println("Frequency: "); Blynk.virtualWrite(V14, frequency); } else { Serial.println("Error reading frequency"); }</pre>	Do tần số và gửi dữ liệu về app
<pre>float pf = pmz.pf(); if (isnan(pf)) { Serial.println("PF: "); Blynk.virtualWrite(V15, pf); } else { Serial.println("Error reading power factor"); }</pre>	Do Hệ số công suất và gửi dữ liệu về app

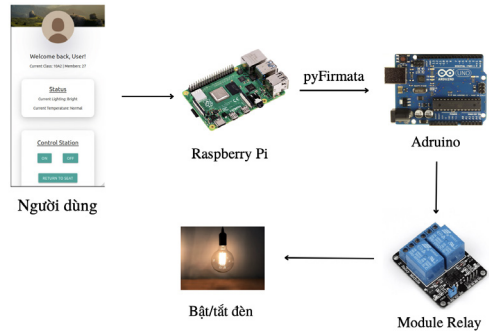
2.2.2. Tự lập trình một app riêng - app WEMS (The Wireless Electrical Management System) hỗ trợ bật tắt các thiết bị từ xa, cảnh báo khi điện năng vượt quá mức tiêu thụ đề ra và các sự cố điện

***Nguyên lý hoạt động của app WEMS**

Nhóm nghiên cứu tự lập trình riêng thêm 1 app mới viết bằng HTML, CSS và JavaScript nhằm hỗ trợ các tính năng bật tắt từ xa, cảnh báo hạn mức tiêu thụ. Sau đó, chuyển thành ứng dụng riêng sử dụng trang web <https://appsgeyser.com>. Đặt thêm 1 server trung gian được viết bằng ngôn Fast API, cụ thể là Raspberry Pi để gửi lệnh đến Arduino bằng giao thức pyFirmata. Server nhận lệnh ứng dụng người dùng, đọc lệnh và gửi tín hiệu đến Arduino, tắt mở đèn.

Quy trình này cũng thực hiện tương tự để cảnh báo khi ĐN vượt quá mức tiêu thụ đề ra. Cụ thể, nếu bạn đặt ra hạn mức tiêu thụ tại 50kWh, Raspberry Pi và Arduino sẽ giao tiếp để gửi lệnh về app, hiển thị thông báo trên app người dùng.

Đối với tính năng cảnh báo các sự cố điện, Raspberry Pi và Arduino sẽ tiếp tục giao tiếp để gửi lệnh về app cảnh báo cho người dùng. Hệ thống đã được kết nối với aptomat sẽ tự động ngắt nguồn điện sau 2 lần thông báo nếu người dùng không có các biện pháp xử lý để đảm bảo an toàn cho người.



Hình 1: Sơ đồ vận hành Mã code lập trình cho app WEMS

```

class Wems {
  constructor() {
    this.pinMode = "output";
    this.pin = "7";
    this.digitalWrite = "HIGH";
  }
  async toggle() {
    await this.digitalWrite(this.pin, this.digitalWrite);
  }
  async status() {
    return this.digitalRead(this.pin);
  }
}

const wems = new Wems();

// Initial state
const state = {
  status: "off",
  message: "Accepted",
};

// Toggle function
function toggle() {
  wems.toggle().then(() => {
    state.status = wems.status();
    state.message = "Accepted";
  });
}

// Status function
function status() {
  wems.status().then((status) => {
    state.status = status;
    state.message = "Accepted";
  });
}

// Initial state
const state = {
  status: "off",
  message: "Accepted",
};

// Toggle function
function toggle() {
  wems.toggle().then(() => {
    state.status = wems.status();
    state.message = "Accepted";
  });
}

// Status function
function status() {
  wems.status().then((status) => {
    state.status = status;
    state.message = "Accepted";
  });
}

```

Mã code ứng dụng WEMS

```

1 @app.route("/lamp_on")
2 def lamp_on():
3     arduino_board.digital[7].write(1)
4     return {
5         "message": "accepted",
6         "status": "on"
7     }

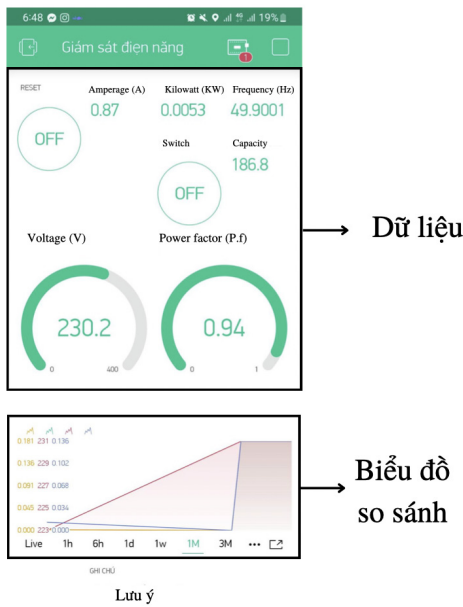
1 @app.route("/lamp_off")
2 def lamp_off():
3     arduino_board.digital[7].write(0)
4     return {
5         "message": "accepted",
6         "status": "off"
7     }

```

Mã code quản lý hệ thống bật tắt đèn

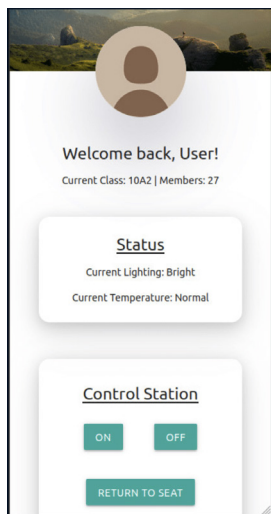
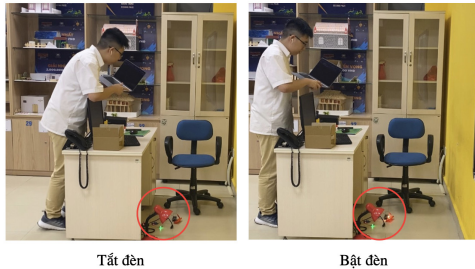
2.2.3. Kết quả thực nghiệm

Thứ nhất, khi kết nối thiết bị tiêu thụ điện vào hệ thống quản lý ĐN thì các chỉ số sẽ gửi tới App Blynk: trên app hiển thị luôn các chỉ số như công suất P (W), cường độ dòng điện (A), hiệu điện thế U (V), chỉ số công tơ (KWh), tần số điện (Hz), hệ số công suất tại một thời điểm bất kỳ qua giao diện App Blynk (Hình 7). Đồng thời, trên giao diện cũng xuất hiện một biểu đồ điện năng tiêu thụ theo thời gian thực, 1 giờ, 6 giờ, 1 ngày, 1 tuần, 1 tháng. Việc này cung cấp cái nhìn trực quan cho các hộ gia đình về lượng điện sử dụng, đồng thời phân tích các mốc giờ cao điểm, giúp người dùng có các biện pháp kịp thời.



Hình 2: App Blynk quản lý điện năng khi hoạt động

Thứ hai, nhóm nghiên cứu lập trình trên 2 app, chúng đều chạy ổn định, các thông báo vượt hạn mức tiêu thụ đề ra đã bước đầu hoạt động. Đồng thời, người dùng có thể bật tắt đèn từ xa qua giao diện app.



Hình 3: Giao diện app tự lập trình

Tuy nhiên việc sử dụng hai app khác nhau (Blynk và WEMS) khiến người dùng cảm thấy không thuận tiện. Vì vậy, nhóm nghiên cứu dự định sẽ tích hợp app Blynk vào WEMS, tự viết code để tăng hiệu năng và trải nghiệm người dùng, đảm bảo độ hiệu quả cao nhất trong thời gian tới.

Thứ ba, nhóm nghiên cứu đã kết nối với giáo viên Khoa học để thử nghiệm “Hệ thống quản lý điện năng bằng công nghệ không dây” vào dạy học: dùng đo đạc các thông số cường độ dòng điện, công suất, tần số, hiệu điện thế... hiển thị trên smartphone kích thích sự thích thú của HS trong môn vật lý lớp 7, 8, 10. Học sinh cũng dễ dàng cập nhật thông tin và đọc số liệu đo thay vì dùng nhiều thiết bị khác loại hay dùng nhiều thao tác để đo. Từ đó, GV lồng ghép kiến thức về ý nghĩa của các thông số, cách đọc thông số, giáo dục sự tiết kiệm điện- tiết kiệm năng lượng, thay đổi thói quen sử dụng lãng phí người dùng điện.

3. Kết luận

*Mô hình đã hoàn thiện và đo được các thông số cơ bản của dòng điện (công suất P, cường độ dòng điện, hiệu điện thế U, chỉ số công tơ, tần số điện (Hz) và hệ số công suất) giúp người dùng kiểm tra các chỉ số điện ở thời điểm bất kì. Đồng thời, App WEMS đang hoàn thiện để tích hợp các chức năng tạo ra trên app Blynk để tối ưu hóa trải nghiệm người dùng. Hệ thống quản lý điện bằng công nghệ không dây cũng được sử dụng trong trường để thu hút HS trong các bài thực hành của bộ môn, lồng ghép nội dung GD tiết kiệm năng lượng.

Việc đưa hệ thống vào sử dụng đại trà sẽ là giải pháp giúp người dùng ý thức việc sử dụng và quản lý hiệu quả ĐN, mang lại lợi ích đối với người sử dụng điện, thúc đẩy các mục tiêu năng lượng bền vững mà thế giới đang theo đuổi.

Tài liệu tham khảo

- [1] Sách giáo khoa Vật Lý 8 (2009), NXBGD. Hà Nội
- [2] Sách giáo khoa Vật Lý 9 (2009), NXBGD. Hà Nội
- [3] Sách giáo khoa Công nghệ 9 (2010), NXBGD. Hà Nội
- [4] Sách tham khảo sơ cấp về mạch điện tử (2011), NXBGD. Hà Nội
- [5] Tài liệu ngôn ngữ lập trình C++ cơ bản. Hà Nội