

Xây dựng giải pháp nhắc nhở sử dụng điện tiết kiệm dùng công nghệ IoT

Nguyễn Chí Ngôn^{1*}, Phạm Thanh Tùng², Đặng Phước Linh², Nguyễn Phúc Toàn¹

¹Trường Đại học Cần Thơ;

²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long.

*Email: ncngon@ctu.edu.vn

Nhận bài: 22/12/2021; Hoàn thiện: 29/8/2022; Chấp nhận đăng: 10/10/2022; Xuất bản: 28/10/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.82.2022.60-69>

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đề xuất giải pháp giám sát và cảnh báo tình trạng sử dụng điện cho các hộ gia đình. Đối với hộ dùng công tơ điện cơ, mô-đun cảm biến PZEM004T và MCU-ESP8266 được sử dụng để đo các thông số điện năng và lưu vào cơ sở dữ liệu MySQL thông qua dịch vụ webserver. Thông tin về điện năng tiêu thụ và các cảnh báo được cung cấp cho người dùng thông qua dịch vụ web. Đối với hộ dùng công tơ điện tử, mô-đun MCU-ESP8266 được dùng để đọc dữ liệu từ bộ nhớ của công tơ. Dữ liệu này được đưa lên internet bằng dịch vụ Firebase của Google. Thông tin về điện năng và các cảnh báo cần thiết được hiển thị trên ứng dụng điện thoại thông minh của người dùng. Kết quả thực nghiệm với 3 ngưỡng dòng điện cho thấy giải pháp đề xuất đã gửi thông tin nhắc nhở với tỉ lệ chính xác cao và có thể giúp người dùng tiết chế hành vi sử dụng điện.

Từ khóa: Công tơ điện tử; Điện năng tiêu thụ; ESP8266; Firebase; Webserver; IoT.

1. MỞ ĐẦU

Theo dự báo của Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN), nhu cầu tiêu thụ điện sẽ hồi phục và tăng trưởng với tốc độ 8-10% trong năm 2021. Tổng sản lượng điện năm 2021 sẽ đạt 267.9 tỷ kWh, tăng 7.15% so với năm 2020 [1]. Việc cung cấp điện sẽ tiếp tục gặp nhiều khó khăn vì thủy văn không thuận lợi và một số công trình nguồn điện chậm tiến độ [2]. Thật vậy, các nguồn thủy điện quy mô lớn và trung bình hầu như đã được khai thác hết. Tiềm năng, dự trữ dầu và khí đốt sẽ sớm suy giảm, năng lượng tái tạo chưa thể đáp ứng ngay với quy mô lớn do giá thành còn cao thì việc thúc đẩy các hoạt động, giải pháp sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả là giải pháp có tính kinh tế cao, cần được ưu tiên, đẩy mạnh thực hiện trong thời gian trước mắt [3].

Thực hiện Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, ngày 2/10/2020, Chính phủ đã có Nghị quyết số 140/NQ-CP ban hành Chương trình hành động, trong đó chỉ rõ, sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả là một khâu then chốt nhằm đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Theo Bộ Công thương, Việt Nam cần tiết kiệm từ 8 - 10% năng lượng cần thiết, tương đương với tổng lượng năng lượng sơ cấp cả nước đã tiêu thụ vào năm 2014 [4]. Trên cơ sở đó, nhiệm vụ tuyên truyền giúp nâng cao nhận thức, tiến tới thay đổi hành vi sử dụng năng lượng của mọi thành phần kinh tế cần đặc biệt được quan tâm.

Những năm gần đây, nhiều nghiên cứu đã phát triển các hệ thống giám năng lượng điện. Tài liệu [5] trình bày một khảo sát về việc sử dụng công tơ điện thông minh và một số khía cạnh chính của quá trình đo điện đã khẳng định xu thế phát triển của việc giám sát năng lượng điện qua điện toán đám mây. Trong [6], tác giả đề xuất công tơ một pha thông minh dựa trên nền tảng IoT (internet of things), dùng mô-đun Wi-Fi ESP8266 và một ứng dụng web cho giao diện người dùng. Mô-đun Wi-Fi ESP8266 thực hiện giao thức TCP/IP như một phương tiện liên lạc giữa đồng hồ đo và ứng dụng web. Trong [7], các tác giả đã đề xuất một hệ thống dùng Arduino Uno với kết nối Ethernet làm lá chắn bảo vệ. Trong [8], các tác giả đã phát triển ứng dụng Android kết hợp IoT, để có thể giám sát các thông số dòng điện và chi phí điện và các vấn đề liên quan

đến thanh toán chi phí của người dùng. Nhóm [9] đã ứng dụng vi điều khiển Arduino để giám sát năng lượng của các thiết bị điện trong nhà. Nghiên cứu [10] cũng phát triển thiết bị trên nền tảng IoT để giám sát năng lượng từ xa. Tuy nhiên, tất cả các nghiên cứu này đều không có chức năng cảnh báo cho người dùng về tình trạng sử dụng điện trên thiết bị di động.

Trong khu vực Đông Nam Á, Singapore là quốc gia tiên phong trong việc lắp đặt công tơ điện tử thông minh. Hộ sử dụng điện sẽ được cung cấp thông tin kịp thời về tình trạng sử dụng điện qua smartphone. Từ đó giúp họ ý thức hơn trong việc sử dụng tiết kiệm điện. Tuy nhiên, đến cuối 2019, Singapore cũng chỉ mới thử nghiệm thiết bị này trên 300.000 hộ gia đình [11].

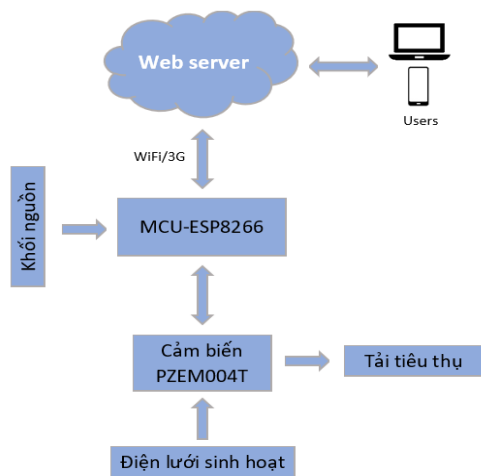
Trên thị trường hiện có nhiều loại Aptomat thông minh có thể giám sát và điều khiển từ xa qua mạng internet. Tuy nhiên, các thiết bị này chỉ phù hợp cho chức năng giám sát năng lượng. Theo EVN, năm 2020, cả nước có hơn 4 triệu công tơ điện tử trên lưới, chiếm tỷ lệ gần 92% trong tổng số công tơ. Trong đó, đã có hơn 3.7 triệu công tơ điện tử được đo xa bằng hệ thống RF Spider, chiếm tỷ lệ hơn 84% trong tổng số công tơ điện tử [12]. Rõ ràng, các công tơ điện tử hiện nay chỉ mới dùng để thu thập dữ liệu và tính toán chi phí điện, chưa thể cung cấp thông tin hữu ích nào cho người dùng.

Trong khi đó, các nỗ lực nghiên cứu và chế tạo các mô-đun đo năng lượng đã mở ra cơ hội mạnh mẽ trong việc tự phát triển các thiết bị đo điện thông minh. Trong [13], các tác giả đã phát triển thành công cảm biến dòng công suất thấp. Đặc biệt, [14] đã phát triển và thương mại mô-đun cảm biến PZEM-004T, tương thích với việc xây dựng ứng dụng IoT để giám sát năng lượng điện quy mô hộ gia đình. Mô-đun cảm biến này cùng với nền tảng IoT dựa trên vi điều khiển Arduino thông qua mô-đun MCU-ESP8266 [15] là các nền tảng để nghiên cứu này xây dựng hệ thống giám sát và cảnh báo tình trạng sử dụng điện. Việc can thiệp vào phần cứng các công tơ điện tử là bất khả thi, do vi phạm quyền sở hữu. Vì vậy, để có thể phát triển thiết bị giám sát điện năng tiêu thụ, hoặc phải xây dựng thiết bị giao tiếp để đọc dữ liệu đã lưu trữ trong bộ nhớ của công tơ, hoặc phải xây dựng thiết bị đo điện năng tại ngõ ra công tơ điện lực.

Nghiên cứu này nhằm xây dựng các hệ IoTs đơn giản để giám sát và cảnh báo kịp thời tình trạng sử dụng điện, giúp nâng cao ý thức tiết kiệm cả cho hộ gia đình dùng công tơ điện cơ và hộ dùng công tơ điện tử. Ngoài ra, nhờ chức năng giám sát và cảnh báo kịp thời khi dòng điện tăng đột biến cũng góp phần giảm nguy cơ cháy nổ do chập chập điện.

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

2.1. Mạch IoT giám sát công tơ điện cơ



Hình 1. Nguyên lý mạch IoT cho công tơ điện cơ.

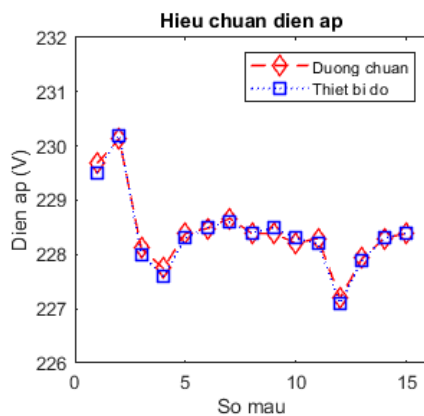


Hình 2. Bố trí thí nghiệm.

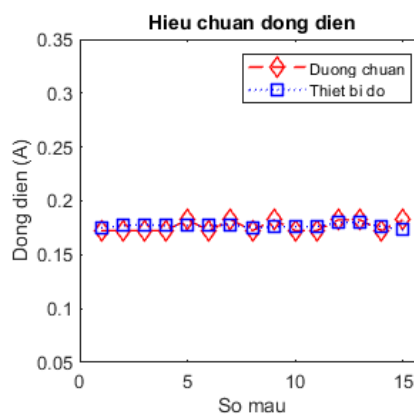
Nguyên lý chung của thiết bị là dùng mô-đun cảm biến PZEM004T [14] để đo dòng điện và điện áp ngay ngõ ra của công tơ. Sau đó, vi điều khiển MCU-ESP8266 [15] sẽ kết nối với internet để gửi dữ liệu lên webserver và hiển thị thông tin trên giao diện web, như mô tả trên hình 1.

Mạch kiểm nghiệm giải pháp này được chế tạo khá đơn giản, vì thực chất đó chỉ là sự ghép nối các mô-đun có sẵn trên thị trường. Để kiểm định độ chính xác của việc đo điện bằng mô-đun cảm biến PZEM004T, thí nghiệm thu thập dữ liệu được tiến hành như hình 2. Đồng hồ VOM chuẩn được sử dụng để đo dòng điện và điện áp đồng thời với mạch IoT. Mỗi thời điểm thay đổi tải, màn hình hiển thị của VOM và của thiết bị được chụp lại (hình 2) để thống kê dữ liệu. Công cụ curvefitting của MATLAB [16] được sử dụng để tìm hàm quan hệ giữa giá trị đo được bằng VOM chuẩn và giá trị tương ứng đo được bằng thiết bị IoT, tạm gọi là hàm bù sai số. Hàm bù sai số điện áp với V_{sensor} là giá trị đo được bằng cảm biến và V_{out} là giá trị hiệu chỉnh của mạch IoT, được xác định như (1).

Kiểm tra (1) trên 15 mẫu dữ liệu điện áp cho kết quả như hình 3. Hàm bù sai số dòng điện với I_{sensor} là giá trị cảm biến và I_{out} là giá trị hiệu chỉnh của mạch IoT, được xác định bằng công cụ Curve Fitting của MATLAB như (2). Kiểm tra (2) trên 15 mẫu dữ liệu dòng điện cho kết quả như hình 4.



Hình 3. Kiểm tra hàm bù sai số điện áp.



Hình 4. Kiểm tra hàm bù sai số dòng điện.

$$V_{out} = 0.92 \times V_{sensor} + 18.32 \quad (1)$$

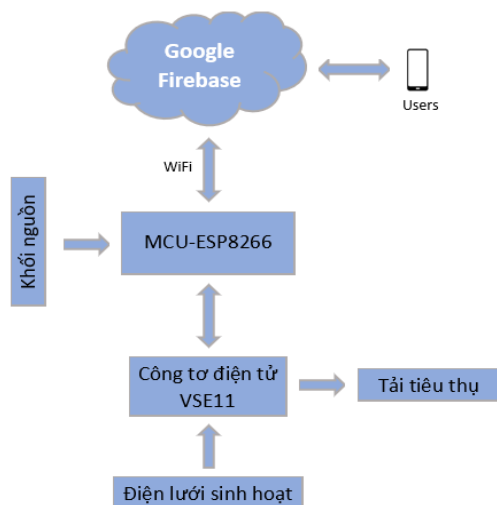
$$I_{out} = 0.99 \times I_{sensor} + 0.0025 \quad (2)$$

Các hàm bù sai số (1) và (2) sẽ được tích hợp vào phần mềm hệ thống của thiết bị IoT dùng cảm biến PZEM004T.

2.2. Mạch IoT giám sát công tơ điện tử

Nguyên lý hoạt động của thiết bị giám sát điện năng cho hộ dùng công tơ điện tử được minh họa trên hình 5. Vi điều khiển MCU-ESP8266 được dùng để bắt tay và đọc dữ liệu từ bộ nhớ của công tơ. Thông qua kết nối internet, dữ liệu này được gửi lên máy chủ thông qua dịch vụ Google Firebase, lưu trữ tại đó và hiển thị ra giao diện ứng dụng Android.

Phần cứng của thiết bị này đơn giản như hình 6. Do không dùng cảm biến đo điện, nên mô-đun ESP8266 chỉ thực hiện giao tiếp và đọc dữ liệu trong bộ nhớ của công tơ điện tử qua cổng truyền thông RS485. Công tơ điện tử được dùng trong thực nghiệm này là VSE11 [17], đã được kiểm định. Tuy vậy, nghiên cứu vẫn bố trí thí nghiệm để có thể thay đổi tải, để so sánh giá trị dòng điện đọc từ bộ nhớ của công tơ và VOM chuẩn. Bảng 1 trình bày kết quả đo kiểm của 20 phép thử. Kết quả cho thấy, sai số giữa dòng điện đọc từ bộ nhớ công tơ VSE11 và VOM chuẩn là không đáng kể.



Hình 5. Sơ đồ khối hệ IoT công tơ điện tử.

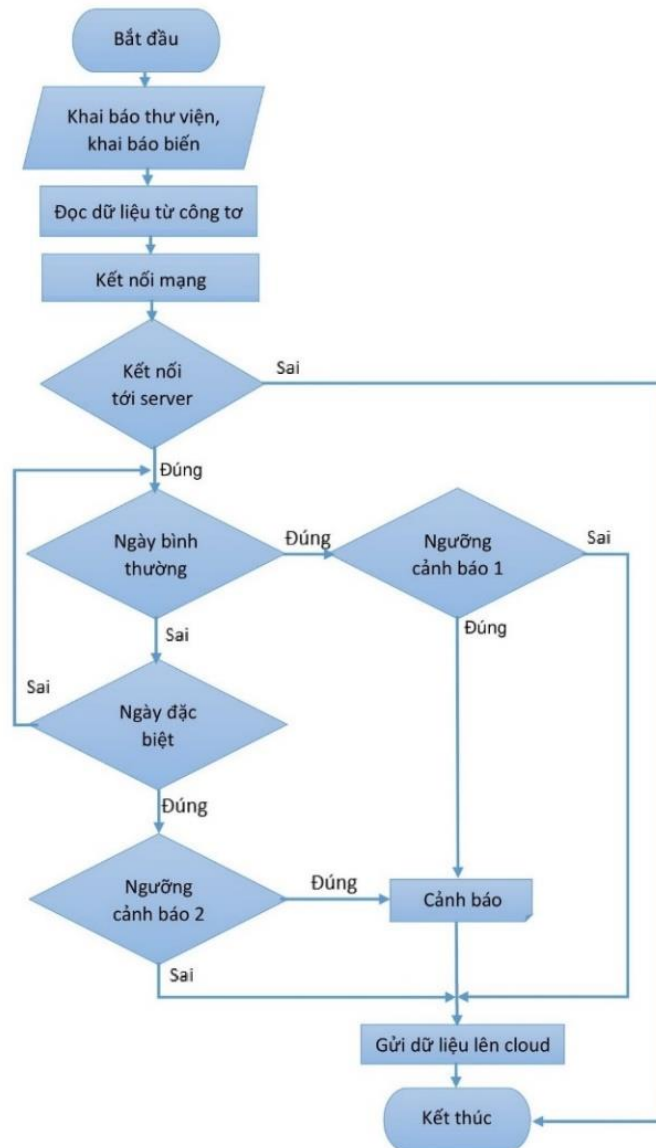


Hình 6. Mạch IoT kết nối công tơ điện tử.

Bảng 1. So sánh công tơ VSE11 và VOM.

Lần thử	Giá trị dòng điện (A)	
	Công tơ VSE11	VOM chuẩn
1	0.17	0.172
2	0.18	0.181
3	0.20	0.203
4	0.22	0.220
5	0.23	0.237
6	0.35	0.354
7	0.36	0.368
8	0.38	0.389
9	0.40	0.409
10	0.52	0.530
11	0.54	0.546
12	0.56	0.568
13	0.58	0.587
14	0.70	0.717
15	0.73	0.742
16	0.75	0.758
17	0.24	0.242
18	0.31	0.310
19	0.42	0.420
20	0.59	0.570

Lưu đồ giải thuật của phần mềm mạch IoT dùng cho công tơ điện tử được trình bày trên hình 7. Vì điều khiển ESP8266 thực hiện bắt tay và đọc dữ liệu công tơ điện tử, gồm các thông tin như dòng điện, điện áp, công suất và điện năng tiêu thụ. Sau đó, chương trình sẽ đánh giá tình trạng tiêu thụ điện hiện tại có vượt ngưỡng cảnh báo hay không và kết nối với internet để dữ liệu thu thập được lên đám mây, thông qua dịch vụ Google Firebase [18] cho mục tiêu hiển thị thông tin trên ứng dụng được cài đặt trên điện thoại di động thông minh của người dùng.



Hình 7. Lưu đồ giải thuật mạch IoT công tơ điện tử.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết lập ngưỡng cảnh báo

Nghiên cứu này chỉ minh họa việc thay đổi tải tiêu thụ công suất thấp. Vì vậy, mức độ biến thiên của dòng điện trong thử nghiệm là khá nhỏ. Từ dữ liệu thực nghiệm ở bảng 1, nghiên cứu này tạm chọn các ngưỡng cảnh báo như sau: ngưỡng thứ nhất ở 0.25(A) và ngưỡng thứ hai ở 0.4(A) để thử nghiệm khả năng cảnh báo tiêu thụ điện. Mức ngưỡng này hoàn toàn có thể được cài đặt lại dễ dàng bằng phần mềm.

Thông thường, những ngày trong tuần, các thành viên trong gia đình đi làm nên ít dùng điện. Trong khi cuối tuần hay ngày nghỉ lễ, gia đình có khuynh hướng tập hợp nhiều thành viên, nên việc sử dụng điện tăng. Do đó, việc cảnh báo tình trạng sử dụng điện cần kết hợp yếu tố thời gian thực của hệ thống, cụ thể như sau:

Từ thứ hai đến thứ sáu, trong tuần:

- Nếu dòng điện hiện tại $I \leq 0.25$, hệ thống không cảnh báo và hiển thị màu xanh trên thiết bị đầu cuối của người dùng – tình trạng sử dụng điện bình thường, mức 0.

- Nếu $0.25 < I \leq 0.4$, hệ thống hiển thị thông tin màu cam và cảnh báo mức 1 bằng tin nhắn hay thông báo: “Bạn nên tắt bớt thiết bị”.

- Nếu $I > 0.4$, hệ thống hiển thị thông tin màu đỏ và cảnh báo mức 2 một cách liên tục: “Bạn đang sử dụng điện vượt mức cho phép, nên tắt bớt thiết bị”.

Ngày thứ bảy, Chủ nhật và các ngày nghỉ lễ:

- Nếu dòng điện hiện tại $I \leq 0.4$, hệ thống hiển thị thông tin màu xanh và không cảnh báo cho người dùng, mức 0.

- Nếu $0.4 < I \leq 0.5$, hệ thống hiển thị thông tin màu cam và cảnh báo mức 1 bằng tin nhắn hay thông báo: “Bạn nên tắt bớt thiết bị”.

- Nếu $I > 0.5$, hệ thống hiển thị thông tin màu đỏ và cảnh báo mức 2 liên tục: “Bạn đang sử dụng điện vượt mức cho phép, nên tắt bớt thiết bị”.

Xin nhấn mạnh lại rằng, các ngưỡng cảnh báo này chỉ là các ngưỡng giả lập. Khi lắp đặt thiết bị cho từng hộ sử dụng điện, đòi hỏi phải có quá trình theo dõi, thống kê để cài đặt mức ngưỡng phù hợp. Mục tiêu xa hơn mà nghiên cứu này hướng đến là phát triển giải thuật để thiết bị có thể tự thu thập hành vi sử dụng điện của người dùng và tự cài đặt ngưỡng cảnh báo phù hợp cho mỗi hộ gia đình.

3.2. Kiểm nghiệm mô-đun cảm biến PZEM004T

Sau khi áp dụng các hàm bù sai số (1) và (2) cho mô-đun cảm biến PZEM004T, thiết bị được đo kiểm 15 lần và thu thập dữ liệu bằng cách chụp màn hình hiển thị của thiết bị IoT và màn hình của VOM chuẩn như minh họa trên hình 8. Kết quả đo kiểm được ghi nhận ở bảng 2.



Hình 8. Kiểm nghiệm đo dòng điện.

Có nhiều nguyên nhân gây ra sai số, như sai số của cảm biến PZEM004T, sai số do thao tác đo, sai số do các điểm tiếp xúc khi đo và sai số do làm tròn trên thiết bị đo. Ngoài ra, nhiễu cũng là một yếu tố tác động lên cảm biến. Nghiên cứu này áp dụng phương pháp đơn giản để loại mẫu nhiễu có giá trị lớn bất thường được thực hiện bằng một giải thuật (3) [19]:

$$s(k) = \begin{cases} s(k-1), & \text{if } s(k) \geq \eta s(k-1) \\ s(k), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó, $s(k)$ và $s(k-1)$ là giá trị dòng điện hay điện áp đo được ở thời điểm hiện tại (k) và thời điểm lấy mẫu trước đó ($k-1$); $\eta \in \mathbb{R}^+$ là hệ số thực nghiệm (trong nghiên cứu, này $\eta = 5$).

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, sai số giữa thiết bị IoT và VOM chuẩn là không đáng kể. Để đáp ứng mục tiêu cảnh báo tình trạng sử dụng điện nhằm hỗ trợ tuyên truyền ý thức tiết kiệm điện, có thể nói thiết bị hoàn toàn đáp ứng được.

Bảng 2. Kết quả kiểm nghiệm đo điện bằng mô-đun PZEM004T.

Lần thử	VOM chuẩn		Thiết bị IoT	
	Điện áp (V)	Dòng điện (A)	Điện áp (V)	Dòng điện (A)
1	232.0	0.303	232.2	0.30
2	232.0	0.300	232.2	0.30
3	231.5	0.300	231.5	0.30
4	231.7	0.300	231.9	0.30
5	231.7	0.301	231.8	0.30
6	231.1	0.300	231.2	0.30
7	230.9	0.300	231.0	0.30
8	231.9	0.300	232.0	0.30
9	232.1	0.300	232.3	0.30
10	232.0	0.300	232.1	0.30
11	232.1	0.300	232.1	0.30
12	231.5	0.300	231.6	0.30
13	231.7	0.313	231.7	0.30
14	231.1	0.300	231.1	0.30
15	230.9	0.300	231.1	0.30

3.3. Giám sát tình trạng sử dụng điện hộ dùng công tơ điện cơ

Việc giám sát tình trạng sử dụng điện cho hộ dùng công tơ điện cơ được triển khai thông qua ứng dụng Webserver. Do đó, người dùng có thể sử dụng máy vi tính cá nhân hoặc điện thoại thông minh để truy cập vào website của ứng dụng. Ưu điểm của việc triển khai ứng dụng Webserver là một website được thiết lập để tương tác đồng thời với nhiều người dùng, tùy thuộc vào băng thông đường truyền. Mỗi người dùng được cung cấp trước một tài khoản dịch vụ nhất định. Sau khi đăng nhập vào hệ thống, thông tin về hiện trạng điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ và biểu đồ năng lượng tiêu thụ theo từng giờ trong ngày được hiển thị chi tiết trên hình 9. Việc cảnh báo tình trạng sử dụng điện cho người dùng là tương tự nhau cho hộ sử dụng công tơ điện cơ và hộ sử dụng công tơ điện tử. Hoạt động cảnh báo này sẽ được minh họa ở phần sau.

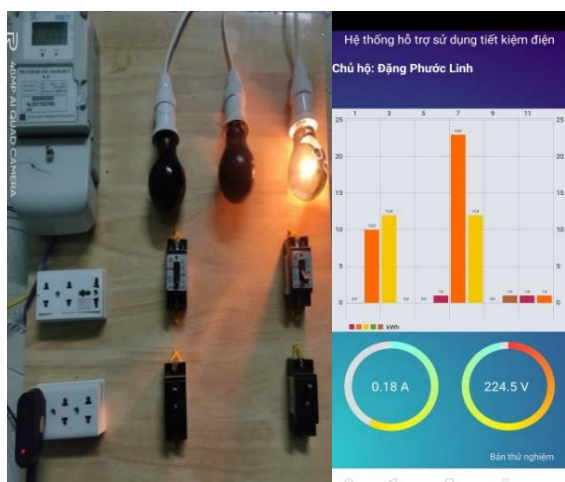


Hình 9. Giao diện giám sát các chỉ số điện hộ dùng công tơ điện cơ.

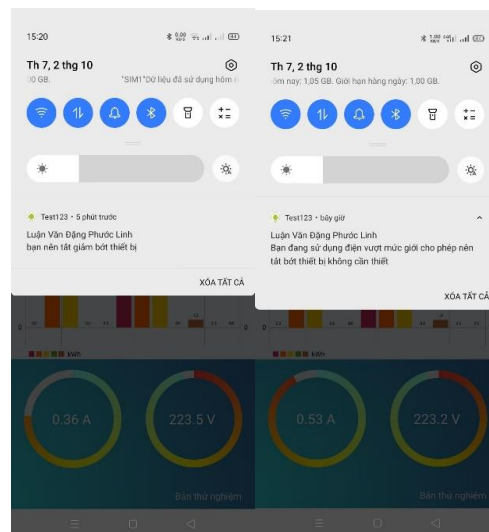
3.4. Giám sát tình trạng sử dụng điện hộ dùng công tơ điện tử

Để thử nghiệm thiết bị IoT đã xây dựng trong giám sát tình trạng sử dụng điện năng của hộ gia đình dùng công tơ điện tử, nghiên cứu đã tiến hành giả lập việc thay đổi các tải tiêu thụ để kiểm chứng hoạt động của thiết bị.

Đối với hộ sử dụng công tơ điện tử, thông tin về tình trạng sử dụng điện và cảnh báo tiết kiệm điện được thể hiện trên ứng dụng điện thoại thông minh. Người dùng cần tải ứng dụng, cài đặt và có thể xem thông tin trực tiếp trên điện thoại. Vận hành thử nghiệm thiết bị với ba tải giả lập công suất thấp, có mức tiêu thụ điện khác nhau, cùng với thời điểm sử dụng khác nhau, cho kết quả như minh họa trên các hình 10 và hình 11. Xin vui lòng quét mã QR trên hình 12 để xem đoạn clip minh họa hoạt động của thiết bị.



Hình 10. Thử nghiệm với ngưỡng mức 0.



Hình 11. Thử nghiệm với ngưỡng mức 1 và mức 2.



Hình 12. Mã QR clip minh họa hoạt động của thiết bị.

3.5. Thảo luận

Nghiên cứu này đã triển khai đầy đủ 2 giải pháp giám sát và cảnh báo tình trạng sử dụng điện cho hộ gia đình dùng công tơ điện cơ và công tơ điện tử.

Đối với hộ gia đình dùng công tơ điện cơ, mô-đun cảm biến PZEM004T được sử dụng để đo các thông số năng lượng ngay sau công tơ điện. Mạch IoT dùng chip WiFi ESP8266 và ESP32 được sử dụng để đo đạc các thông tin về điện áp, dòng điện và tính toán công suất tiêu thụ để chuyển thông tin hiện tại lên cơ sở dữ liệu MySQL thông qua dịch vụ webserver. Giải pháp này có ưu điểm là, chỉ cần xây dựng một nền tảng ứng dụng dịch vụ web thì có thể quản lý đồng thời nhiều hộ gia đình. Ngoài ra, hệ thống có tính bảo mật cao trên dịch vụ webserver và cơ sở dữ liệu MySQL tự xây dựng. Tuy nhiên, điểm hạn chế là người dùng không thể tự trang bị riêng cho mình vì hạn chế chi phí quản lý cơ sở dữ liệu và duy trì website như thuê host, đăng ký tên miền, thuê kênh truyền,... Giải pháp này phù hợp cho một đơn vị đầu tư và cung cấp lại dịch vụ cho người dùng.

Đối với hộ gia đình dùng công tơ điện tử - loại hình đo điện đã và đang được phổ biến rộng khắp trong nước, thiết bị IoT giám sát năng lượng điện được xây dựng đơn giản hơn. Mô-đun vi điều khiển ESP8266 vẫn được sử dụng tương tự, nhưng không cần đến cảm biến đo điện, mà chỉ

cần đọc dữ liệu trực tiếp từ bộ nhớ của công tơ điện, thông qua cổng truyền thông RS485. Dữ liệu này sẽ được truyền thông lên internet dùng dịch vụ Firebase của Google. Một ứng dụng điện thoại được xây dựng để hiển thị cho người dùng thông tin về điện năng và các cảnh báo cần thiết một cách đơn giản, nhờ tương tác Firebase để truy xuất dữ liệu. Ưu điểm của giải pháp này là phần cứng đơn giản, người dùng có thể tự trang bị thiết bị IoT cho mình. Tuy nhiên, hạn chế của giải pháp này là dịch vụ Firebase miễn phí của Google không được bảo mật tốt, nên các thông tin tiêu thụ điện của hộ gia đình có thể bị người khác xem được. Dù vậy, người lạ chỉ có thể xem thông tin điện năng tiêu thụ, chứ không thể tác động được lên lưới điện của người dùng.

Ngoài ra, nghiên cứu này còn một vấn đề cần lưu ý. Đó là, mặc dù thống kê khảo nghiệm chức năng cảnh báo trong bảng 3 cho thấy hệ thống có thể hoạt động ổn định và chính xác. Tuy nhiên, giải pháp chỉ mới thực hiện cảnh báo theo ngưỡng giả lập được cài sẵn, mà chưa linh động theo thời gian thực, cũng như phù hợp với hành vi sử dụng điện của mỗi hộ gia đình. Vì vậy, hướng nghiên cứu tiếp theo còn nhiều hứa hẹn khi lồng ghép các giải thuật dùng trí tuệ nhân tạo để tự động cài đặt ngưỡng cảnh báo phù hợp với từng hộ gia đình, sau khoảng thời gian học hành vi sử dụng điện của họ.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đề xuất giải pháp giám sát và cảnh báo tình trạng sử dụng điện cho hộ gia đình hướng đến mục tiêu hỗ trợ tuyên truyền, nâng cao ý thức tiết kiệm điện của người dùng. Mô-đun cảm biến PZEM004T, mạch IoT dùng chip WiFi ESP8266 và ESP32 được sử dụng để đo đạc các thông tin về điện áp, dòng điện và tính toán công suất tiêu thụ để chuyển thông tin hiện tại lên cơ sở dữ liệu MySQL thông qua dịch vụ webserver (đối với công tơ điện), đọc dữ liệu trực tiếp từ bộ nhớ thông qua chuẩn truyền thông RS485 và được đưa lên internet bằng dịch vụ Firebase của Google (đối với công tơ điện tử). Một ứng dụng điện thoại được xây dựng để hiển thị cho người dùng thông tin về điện năng và các cảnh báo cần thiết, nhờ tương tác Firebase để truy xuất dữ liệu. Giải pháp đề xuất đã giúp người dùng tiết chế hành vi sử dụng điện một cách hợp lý, tiết kiệm hơn. Thực nghiệm trên tải giả lập công suất thấp, với 3 ngưỡng gồm: ngưỡng bình thường, ngưỡng cảnh báo mức 1 và ngưỡng cảnh báo 2, có xem xét đến yếu tố thời gian cho các ngày trong tuần, các ngày cuối tuần và các ngày lễ. Kết quả thực nghiệm cho thấy, giải pháp đề xuất đã cảnh báo với tỷ lệ chính xác cao, hứa hẹn triển khai được trong thực tế. Nghiên cứu sẽ tiếp tục thực nghiệm trên tải thật và cài đặt các giải thuật thông minh để tự học hành vi sử dụng điện của mỗi hộ gia đình sẽ được thực hiện trong thời gian tới.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả cảm ơn các sinh viên Phạm Văn Duy, ngành Kỹ thuật điện tử truyền thông, Khóa 43 và Trần Hữu Nghị, ngành Kỹ thuật điều khiển & Tự động hóa K43 thuộc Khoa Công Nghệ, Trường Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ phần thực nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Renewable energy dominates the trend. <https://congthuong.vn/nganh-dien-nam-2021-nang-luong-tai-cao-chiem-xu-the-150180.html> (Accessed 9/2021).
- [2]. EVN, 2020. Ensuring enough electricity in 2020: Big challenge. <https://www.evn.com.vn/d6/news/Dam-bao-du-dien-nam-2020-Thach-thuc-lon--6-12-25167.aspx> (Accessed 9/2021).
- [3]. MOIT portal, Saving energy for sustainable development of Vietnam's industry, <https://moit.gov.vn/phan-trien-ben-vung/tiet-kiem-nang-luong-cho-nganh-cong-nghiep-viet-nam-phat-tri.html> (Accessed 8/2021).
- [4]. MOIT portal, The role of local authorities and enterprises in promoting energy saving, <https://moit.gov.vn/phan-trien-ben-vung/vai-tro-cua-dia-phuong-va-doanh-nghiep-trong-thuc-day-tiet-k2.html> (Accessed 8/2021).
- [5]. D. J. Alahakoon and X. Yu, "Smart Electricity Meter Data Intelligence for Future Energy Systems: A Survey", IEEE Trans. on Industrial Informatics, Vol. 12, No. 1, pp. 425-436, (2016).
- [6]. W. Hlaing, S. Thepphaeng, V. Nontaboot, N. Tangsunantham, T. Sangsuwan and C. Pira, "Implementation of WiFi-based single phase smart meter for Internet of Things (IoT)", Inter. Electrical Engineering Congress (IEECON), pp. 1-4, (2017).

- [7]. N.N. Anggraini, A. Fiade and M. Fauzan, “Flow measurement of charges and electricity costs monitoring system with android based Iot (case study: Boarding house Adelina)”, The 5th Inter. Conf. on Cyber and IT Service Management (CITSM), pp. 1-5, (2017).
- [8]. M.R. Islam, S. Sarker, M.S. Mazumder and M.R. Ranim, “An IoT based Real-time Low Cost Smart Energy Meter Monitoring System using Android Application”, Inter. J. of Engineering and Techniques, Vol. 5, No. 3, pp. 1-7, (2019).
- [9]. A. Irfan, S. Z. Hassan, R. Ahmed, I. Ishaq, A. Zahoor, T. Murtaza, M.F. Masood, T. Kamal and M.A. Khan, “IoT Based Smart Meter”, Inter. Conf. on Innovative Computing (ICIC), pp. 1-6, (2019).
- [10]. D. Santos and J.C. Ferreira, “IoT Power Monitoring System for Smart Environ-ments”. Sustainability, Vol. 11, No. 19, pp. 1 – 24.
- [11]. VNExpress, What power meter used in Singapore. <https://vnexpress.net/nguoi-singapore-dung-cong-to-dien-nao-4121343.html> (Accessed 7/2021).
- [12]. EVN portal, In 2021, EVNCPC will install 100% of electronic power meters. <https://www.evn.com.vn/d6/news/Nam-2021-EVNCPC-se-lap-dat-100-cong-to-dien-tu-va-do-xa--6-14-27945.aspx> (Accessed 7/2021).
- [13]. A.D. Femine, D. Gallo, C. Landi, A.L. Schiavo and M. Luiso, “Low Power Contactless Voltage Sensor for IoT Applications”. II Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, pp. 177-181, (2019).
- [14]. Innovators Guru, PZEM-004T V3.0 User Manual. <https://innovatorsguru.com/wp-content/uploads/2019/06/PZEM-004T-V3.0-Datasheet-User-Manual.pdf> (Accessed 8/2021).
- [15]. HT Electronics. ESP8266 user guide. <http://htelectronics.vn/huong-dan-su-dung-esp8266-trong-cac-ung-dung-internet-of-things/> (Accessed 8/2021).
- [16]. The Matworks Inc., Curve Fitting Toolbox™ User's Guide. Documentaion, Revised for Version 3.5.13 (Release 2021a).
- [17]. VinaSino, VSE11 technical document. <http://vinasino.vn/> (Accessed 6/2021)
- [18]. V.L.N. Komanapalli, N. Sivakumaran and S. Hampannavar, “Advances in Automation, Signal Processing, Instrumentation, and Control”, Springer, select proceedings of I-CASIC 2020, vol. 700, eISBN: 978-981-15-8221-9, (2020).
- [19]. N. C. Ngõn, T. T. Tân, V. C. Phụng, Nguyễn Minh Cảnh, “Cải thiện thiết bị hỗ trợ người khiếm thị điều hướng di chuyển dùng sóng siêu âm,” Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Thái Nguyên, Chuyên san Khoa học tự nhiên - Kỹ thuật - Công nghệ, 226(11): 292 - 299. e-ISSN: 2615-9562.

ABSTRACT

Development of a warning solution on electricity saving using IoT technology

This study proposes a solution to monitor and warn the status of electricity usage for households. For households using Analog AC power meter, PZEM004T and MCU-ESP8266 modules are used to measure electrical parameters and save to MySQL database via webservice service. Information on electric energy consumption and warnings are provided to the user through the web service. For households using Digital AC power meter, the MCU-ESP8266 module is used to read data from the meter's memory. This data is brought to the internet using Google's Firebase service. Electrical information and necessary warnings are displayed on the user's smartphone application. Experiment results with 3 current thresholds show that the proposed solution has warned with a high accuracy rate, and can help users reduce their electricity usage behaviors.

Keywords: Digital AC power meter; Electric energy consumption; ESP8266; Firebase; Webservice; IoT.