

HỆ THỐNG QUẢN LÝ NĂNG LƯỢNG TRONG NHÀ THÔNG MINH

SMART HOME ENERGY MANAGEMENT

Nguyễn Tường Minh¹,
Đặng Hoàng Anh^{1,*}, Đào Văn Dũng¹

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2023.062>

TÓM TẮT

Sự tăng trưởng của số lượng đô thị ở nước ta (đến năm 2020 là 862 đô thị) kéo theo sự gia tăng mật độ dân số. Điều đó khiến nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng tăng cao: năm 2020 là 2210,9kWh/người/năm trong khi năm 2015 là 1535,1kWh/người/năm. Báo cáo của Bộ Công Thương cho thấy mức lãng phí điện của nước ta rất cao, từ 10 - 50%. Việc sử dụng điện hợp lý đang ngày càng nhận được nhiều sự quan tâm. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu là đưa ra giải pháp giúp người sử dụng trong việc kiểm soát và tiết kiệm năng lượng. Hiện nay, trong cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 với sự phát triển mạnh mẽ của Internet of Things, hệ thống nhà thông minh đang ngày càng phổ biến và hoàn toàn có thể hỗ trợ xử lý vấn đề trên thông qua thực thi tự động các chiến lược sử dụng năng lượng hiệu quả. Trong nghiên cứu này, các tác giả đưa ra giải pháp xây dựng hệ thống quản lý năng lượng trong tòa nhà. Hệ thống cho phép tích hợp, điều khiển các thiết bị có sẵn trên thị trường trong cùng một nền tảng tập trung. Từ đó hệ thống sẽ phân tích thói quen sử dụng và hỗ trợ thiết lập chức năng trong việc tự động hóa tối ưu năng lượng điện sử dụng.

Từ khóa: Tiết kiệm năng lượng, kiểm soát năng lượng, vận hành tối ưu, nhà thông minh.

ABSTRACT

The growth of the number of urban areas in our country (as of 2020, there were 862 urban areas) has led to an increase in population density. This has resulted in an increasing demand for energy usage: in 2020, it was 2210.9kWh/person/year compared to 1535.1kWh/person/year in 2015. A report by the Ministry of Industry and Trade shows that the level of electricity waste in our country is very high, ranging from 10-50%. Rational electricity usage is receiving increasing attention. Therefore, the aim of this study is to provide solutions to help users control and save energy. Currently, in the 4.0 industrial revolution with the strong development of the Internet of Things, smart home systems are becoming increasingly popular and can completely support the processing of this issue through the automatic execution of efficient energy usage strategies. In this study, the author proposes a solution to build an energy management system in buildings. The system allows integration and control of available devices on the market on the same centralized platform. The system will analyze usage habits and support the establishment of functions in optimizing the use of electricity through automation.

Keywords: Energy saving, energy management, optimal operation, smart home.

¹Trường Điện - Điện tử, Đại học Bách khoa Hà Nội

*Email: anh.danghoang@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 23/10/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 01/02/2023

Ngày chấp nhận đăng: 15/3/2023

1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, với sự phát triển của xã hội, cuộc sống của con người ngày càng tiện nghi và hiện đại. Nhu cầu về năng lượng đang ngày càng tăng cao, đặc biệt là năng lượng điện. Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) cho biết: Trong giai đoạn 10 năm 2011-2020, nhu cầu điện năng của Việt Nam tăng trưởng rất cao, bình quân gần 10%/năm. Kết quả đánh giá của Bộ Công Thương và EVN về kế hoạch cung cấp điện giai đoạn 2020-2025, việc đảm bảo cung cấp điện trong giai đoạn này sẽ gặp nhiều khó khăn, thách thức, nhất là trong trường hợp xảy ra các hiện tượng thời tiết cực đoan. Để giảm bớt gánh nặng lên mạng lưới điện quốc gia và giảm bớt chi phí sử dụng, các hộ gia đình và cơ quan cần thực hiện các giải pháp tiết kiệm điện. Hệ thống nhà thông minh là một giải pháp hiệu quả cho vấn đề này.

Với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ, tỷ lệ phổ cập Internet và smartphone rất cao, công nghệ 5G, hệ thống nhà thông minh đang dần tiếp cận được với nhiều người hơn. Hệ thống nhà thông minh có ưu điểm là sự tiện nghi, an toàn, hiện đại và tiết kiệm năng lượng. Tuy nhiên, sự tiết kiệm năng lượng chỉ thể hiện với người sử dụng thông qua các hóa đơn sử dụng điện vào cuối tháng. Điều đó khiến người sử dụng bị động trong các ý định hành động về tiết kiệm điện. Vì vậy hệ thống quản lý năng lượng trong nhà thông minh là vô cùng cần thiết.

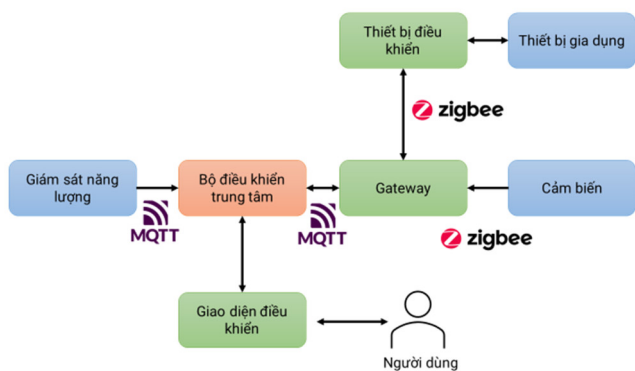
Trong bài báo này, các tác giả đưa ra mô hình hệ thống quản lý năng lượng trong nhà thông minh (Smart Home Energy Management hay SHEM) với mục tiêu:

- Xây dựng hệ thống điều khiển và giám sát tòa nhà.
- Xây dựng chiến lược sử dụng năng lượng theo hướng tiết kiệm và tối ưu hóa.

2. PHƯƠNG PHÁP

2.1. Hệ thống giám sát và điều khiển tòa nhà

Việc xây dựng hệ thống giám sát và điều khiển là nhằm thu thập, hiển thị dữ liệu hoạt động của tòa nhà, thực hiện mệnh lệnh của người dùng thông qua giao diện hoặc giọng nói và giúp vận hành tự động các chiến lược sử dụng năng lượng mà hệ thống quản lý năng lượng đề ra. Hệ thống được xây dựng với 3 thành phần chính bao gồm: Bộ điều khiển trung tâm, các thiết bị giám sát và cảm biến, điều khiển và giao diện người dùng (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ mô tả hệ thống giám sát và điều khiển nhà thông minh

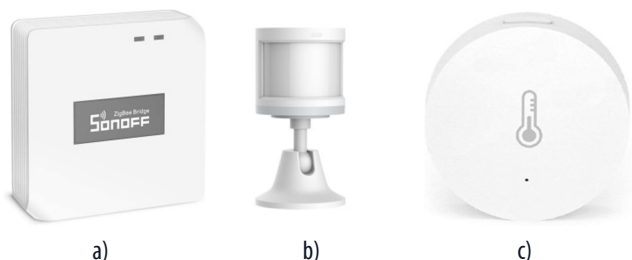
2.1.1. Bộ điều khiển trung tâm

Hệ thống được lắp đặt tại ngôi nhà 4 tầng tại quận Hai Bà Trưng. Các tính chất của hệ thống mà các tác giả hướng tới là tính linh hoạt (trong lắp đặt), hiệu quả và ổn định. Bộ điều khiển trung tâm được cài đặt các phần mềm mã nguồn mở openHab [2], Influxdb [5], Mosquitto [1],... có vai trò như bộ não giúp thu thập, xử lý dữ liệu và điều khiển mọi hoạt động của hệ thống.

2.1.2. Thiết bị cảm biến, giám sát năng lượng và điều khiển

Để đáp ứng được tính chất linh hoạt và ổn định của tòa nhà, các tác giả sử dụng các thiết bị cảm biến (cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, cảm biến từ cửa,...) và thiết bị điều khiển (mặt công tắc thông minh) sử dụng giao thức không dây Zigbee: là giao thức truyền thông ít tiêu tốn năng lượng, tính bảo mật cao, khả năng mở rộng số lượng các node gần như vô hạn theo nguyên lý mesh [6].

Các thiết bị kết nối với bộ điều khiển trung tâm thông qua một Gateway chuyển đổi giữa giao thức Zigbee và MQTT. Tuy nhiên các Gateway trên thị trường được các nhà sản xuất thiết lập để chỉ tương thích với các sản phẩm và ứng dụng của hãng. Vì vậy để dễ dàng quản lý một cách thống nhất, Gateway được flash firmware Tasmota: là một firmware mã nguồn mở dành cho chip ESP8266 và ESP32 hỗ trợ kết nối MQTT để liên kết với nền tảng IoT khác (openHab, HASS,...) [3]. Khi đó Gateway có thể kết nối và thiết lập các thiết bị sử dụng giao thức Zigbee trên thị trường.



Hình 2. a) Gateway b) cảm biến chuyển động c) cảm biến nhiệt độ, độ ẩm

Thiết bị điều khiển điều hòa được sử dụng có sẵn trên thị trường (điều khiển hồng ngoại QCT) điều khiển bởi chip ESP8266 và được flash firmware Tasmota để kết nối với bộ điều khiển trung tâm thông qua giao thức MQTT (hình 3).

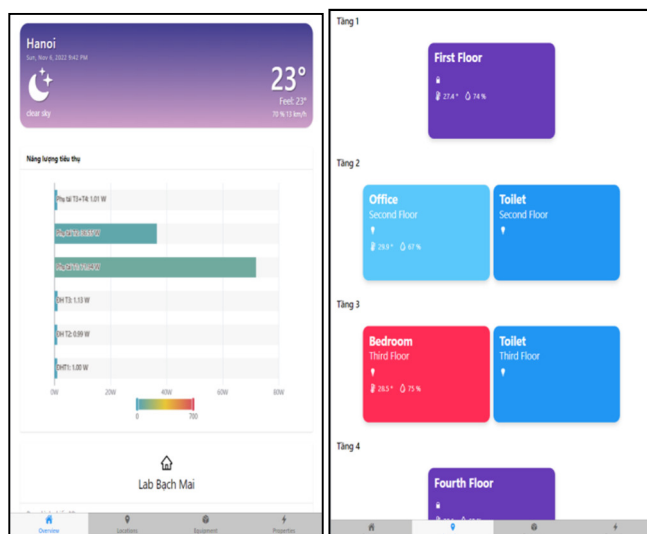


Hình 3. Thiết bị điều khiển hồng ngoại QCT

Thiết bị giám sát năng lượng được sử dụng có khả năng theo dõi và thu thập dữ liệu thông số điện từ các lộ điện chính trong tòa nhà. Hệ thống điện của ngôi nhà được chia làm 6 lộ tải cho điều hòa và phụ tải các tầng. Thiết bị có khả năng đo liên tục 6 kênh 1 pha và gửi dữ liệu về bộ điều khiển trung tâm thông qua giao thức MQTT.

2.1.3. Giao diện người dùng

Sau khi kết nối tất cả các phần cứng của hệ thống vào bộ điều khiển trung tâm, các tác giả tiếp tục xây dựng giao diện theo dõi và điều khiển. Giao diện người dùng được xây dựng giúp người dùng dễ dàng trong việc theo dõi các thông số và điều khiển các thiết bị của ngôi nhà. Phần mềm openHab 3.3.0 cung cấp một giao diện người dùng hợp nhất gọi là MainUI hỗ trợ trong việc xây dựng giao diện đáp ứng được hầu hết điều kiện đó [2].



Hình 4. Giao diện người dùng

Hệ thống nhà thông minh cũng có thể được điều khiển bằng giọng nói hỗ trợ bởi thiết bị Google Home. Phần mềm openHab chỉ có thể truy cập trong mạng nội bộ nên để có thể kết nối openHab với hệ sinh thái của Google cần thông qua một add-on là openHabCloud [2]. Điều khiển bằng giọng nói có khả năng kiểm soát và điều khiển thiết bị ở bất cứ đâu. Tuy nhiên có một số hạn chế về độ trễ do ảnh hưởng của Internet trong ngôi nhà.

2.2. Xây dựng chiến lược sử dụng năng lượng hiệu quả

Sau một thời gian hoạt động của ngôi nhà, hệ thống sẽ thu được dữ liệu về lượng điện tiêu thụ, các trạng thái của ngôi nhà và thói quen sử dụng thiết bị điện của người dùng.

Các thông số được gửi về từ thiết bị giám sát năng lượng bao gồm điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ và hệ số công suất. Tiến hành phân tích các thông số điện áp và dòng điện giúp hệ thống đánh giá được trạng thái điện của ngôi nhà: độ ổn định của điện áp và dòng điện, dải điện áp có gây tổn hại đến thiết bị hay không,... và đưa ra cảnh báo kịp thời.



Hình 5. Đồ thị điện áp phụ tải

Các thông số về công suất tiêu thụ và hệ số công suất giúp hệ thống tính toán được mức độ hao phí điện năng.



Hình 6. Đồ thị công suất tiêu thụ các lộ tải trong ngày

Các tác giả tiếp tục tìm mối tương quan giữa các dữ liệu về năng lượng và cảm biến như: giữa năng lượng tiêu thụ của điều hòa và nhiệt độ phòng, nhiệt độ ngoài trời,... từ đó đánh giá độ hiệu quả trong sử dụng các thiết bị điện: điều hòa, quạt,... và đưa ra các điều chỉnh phù hợp trong việc xây dựng chiến lược sử dụng năng lượng và tự động hóa tòa nhà.

3. KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ

Hiện tại hệ thống giám sát và điều khiển đã bước đầu được đưa vào sử dụng. Trong thời gian tới sau khi đã thu thập đầy đủ dữ liệu, các tác giả sẽ bắt đầu xây dựng các chế độ tự động hóa thông minh và chiến lược sử dụng năng lượng tối ưu. Kết quả hướng tới cuối cùng là một mô hình SHEM thể hiện rõ được việc tiết kiệm điện và tối đa hóa năng lượng. Các kết quả thu được sẽ tiếp tục được công bố trong các nghiên cứu khoa học sau.

4. KẾT LUẬN

Hệ thống nhà thông minh đã và đang dần trở nên phổ biến nhưng vấn đề về tối ưu hóa năng lượng sử dụng vẫn còn mới với nhiều người. Vì vậy, dự án về thiết kế hệ thống quản lý năng lượng trong nhà thông minh là điều cần thiết để tối đa hóa hoạt động của tòa nhà. Dự án có khả năng phát triển hơn nữa khi kết hợp với các giải pháp năng lượng tái tạo hướng tới nearly-Zero Energy Building (nZEB).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Eclipse Foundation, Inc, 2019. *The Platform for Open Innovation and Collaboration | The Eclipse Foundation*. Eclipse.org. <https://www.eclipse.org/>

[2]. *OpenHAB*. www.openhab.org, 2022. <https://www.openhab.org/> .

[3]. *News - Tasmota*. tasmota.github.io. <https://tasmota.github.io/docs/>

[4]. *Grafana - The open platform for analytics and monitoring*. Grafana Labs, 2019. <https://grafana.com/>

[5]. InfluxData, Inc., 2022. *InfluxDB OSS 1.8 Documentation*. docs.influxdata.com. <https://docs.influxdata.com/influxdb/v1.8/>

[6]. Y. Zhou, X. Yang, X. Guo, M. Zhou, L. Wang, 2007. *A Design of Greenhouse Monitoring & Control System Based on ZigBee Wireless Sensor Network*. 2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, doi: 10.1109/wicom.2007.638.

[7]. *MQTT Version 3.1.1*. docs.oasis-open.org, 2015. <http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.html>

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Tuong Minh, Dang Hoang Anh, Dao Van Dung

School of electrical and electronic engineering, Hanoi University of Science and Technology