

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT PHỤ TẢI ĐIỆN TỬ XA PHỤC VỤ QUẢN LÝ NHU CẦU ĐIỆN

Đào Xuân Tiến*, Nguyễn Thị Huyền Thanh, Nguyễn Xuân Trường

Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: dxtien@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 19.12.2023

Ngày chấp nhận đăng: 12.06.2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm thiết kế hệ thống thu thập dữ liệu, giám sát phụ tải điện dựa trên nền tảng công nghệ SCADA và IoT. Kết quả nghiên cứu đã thiết kế được hệ thống có các chức năng như đo, giám sát từ xa các thông số của phụ tải điện, điều khiển đóng/cắt từ xa phụ tải điện bằng điện thoại di động. Đặc biệt, hệ thống có khả năng tính điện năng tiêu thụ và tiền điện tự động theo tháng dựa trên việc lựa chọn linh hoạt hai phương thức tính tiền điện cơ bản đang áp dụng hiện nay của Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN). Những tính năng này của hệ thống giúp người sử dụng luôn biết được chi phí tiền điện hiện thời. Trên cơ sở, đó người sử dụng điều khiển tiết giảm từ xa mức điện tiêu thụ hoặc tối ưu chi phí tiền điện.

Từ khóa: SCADA, giám sát, điều khiển, điều khiển từ xa, phụ tải điện,

Study and Designing Remote Electrical Load Monitoring and Control System for Electricity Demand Management Programs

ABSTRACT

The study aimed to design and manufacture a data collection and electrical load monitoring system based on SCADA and IoT technology platforms. A system with remote measurement and monitoring of electrical load parameters and remotely control of on/off electrical loads by mobile phone was manufactured. In particular, the system can automatically calculate electricity consumption and electricity bills monthly based on the flexible selection of two basic electricity billing methods currently applied by Vietnam Electricity Group (EVN). These features of the system help the users always know their current electricity costs. On that basis, the users could control and reduce electricity consumption or optimize electricity costs.

Keywords: SCADA, monitoring, control, remote control, electrical load.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng điện năng, Việt Nam đã chú trọng nghiên cứu và triển khai nhiều giải pháp. Một trong số đó là chương trình quản lý nhu cầu điện được thể hiện trong “Chương trình quốc gia về Quản lý nhu cầu điện (DSM)” được Thủ tướng Chính phủ ký quyết định số 279/QĐ-TTg ngày 08/03/2018 phê duyệt giai đoạn 2018-2020, định hướng đến năm 2030. Theo Điều 5, Thông tư số 23/2017/TT-BCT của Bộ Công thương thì DSM là tập hợp các giải pháp kỹ thuật - công nghệ -

kinh tế - xã hội nhằm hỗ trợ khách hàng và đơn vị điện lực sản xuất, kinh doanh điện và sử dụng điện hiệu quả và tiết kiệm. Thông qua các cơ chế, chính sách như quy định giá bán điện theo bậc, giá bán điện giờ cao điểm, thấp điểm đã trực tiếp hoặc gián tiếp giúp cho chương trình DSM có thể góp phần phân bố lại nhu cầu phụ tải điện vào giờ cao điểm, giờ thấp điểm và giờ bình thường, từ đó san đều thị phụ tải điện, tăng hệ số điện kín phụ tải điện của hệ thống điện và tối ưu hóa hiệu quả sử dụng điện năng, mang lại lợi ích cho cả đơn vị cung cấp và khách hàng sử dụng điện. Đối với giải pháp công nghệ

trong DSM, để sử dụng năng lượng hiệu quả thì một trong những giải pháp chính là chúng ta cần phải có thiết bị theo dõi, giám sát để có thể đưa ra chiến lược vận hành phụ tải điện một cách tối ưu. Khi có thiết bị công nghệ có khả năng giám sát, phụ tải điện tại các khu vực như tòa nhà, cơ quan, nhà máy, xí nghiệp thì vấn đề quản lý nhu cầu điện của phụ tải trở lên hiệu quả hơn, góp phần giảm chi phí, tiết kiệm năng lượng. Giải pháp kỹ thuật công nghệ đáp ứng tốt cho mục tiêu này hiện nay là thiết kế, lắp đặt các hệ thống điều khiển, giám sát tự động SCADA. Trong hệ thống SCADA thông tin nguồn điện, phụ tải được đo, giám sát từ xa, từ đó có thể triển khai phương thức điều khiển phụ tải nhằm tiết giảm điện năng tiêu thụ, qua đó giảm chi phí tiền điện. Trong nhiều trường hợp, hệ thống này còn giúp cho các cơ quan đơn vị, người sử dụng giảm bớt nhiều công sức như nhân công đi ghi chỉ số công tơ, dự báo, cảnh báo sự cố có thể xảy ra của nguồn điện hay phụ tải điện, từ đó giúp nhân viên kỹ thuật dự đoán và có phương án xử lý sự cố kịp thời.

Thực tế trên thị trường hiện nay có nhiều sản phẩm công nghệ có thể giám sát điện năng như: hệ thống giám sát điện năng của hãng ECAPPRO, hệ thống quản lý năng lượng của hãng ATPRO, giải pháp quản lý năng lượng và chất lượng điện năng PMS của Elecnova. Tuy nhiên, các hệ thống này không có chức năng tính tiền điện tiêu thụ để giúp người sử dụng nhận biết trực quan về chi phí tiền điện đang sử dụng. Hơn nữa, các hệ thống này thường khá đắt tiền, chưa thực sự đơn giản và thuận tiện cho người dùng. Ở khía cạnh nghiên cứu về các hệ thống giám sát và quản lý năng lượng, có nghiên cứu của Lương Vinh Quốc Danh & cs. (2014) đã thiết kế hệ thống có thể điều khiển, ghi nhận tình trạng thiết bị sử dụng điện. Tuy nhiên, thiết kế này mới chỉ áp dụng cho các phụ tải điện một pha cũng như thiết bị không có giao diện giám sát tổng thể nguồn và phụ tải điện. Dương Thái Bình & Võ Minh Trí (2017) đã thiết kế hệ SCADA giám sát thông số nguồn điện bằng phần mềm LabVIEW, hệ thống cho phép giám sát thông số nguồn điện ở 3 nút nhưng không cho phép tính toán điện năng tiêu thụ. Hassaan (2018) đã

thiết kế mô phỏng hệ thống giám sát thông minh dựa trên bộ điều khiển logic khả trình (PLC) để giám sát mức tiêu thụ điện năng của các khu công nghiệp, hệ thống có thể theo dõi mức tiêu thụ năng lượng cục bộ bằng giao diện người máy (HMI) hoặc từ xa bằng điện thoại di động thông qua dịch vụ tin nhắn ngắn (SMS). Nikhil & cs. (2020) đã thiết lập một hệ thống điều khiển và giám sát phụ tải điện tiêu thụ dựa trên PLC và SCADA nhưng sử dụng mô hình 3 phụ tải 1 pha khá đơn giản, giám sát ít thông số. Đoàn Hữu Khánh & cs. (2020) đã phát triển một thiết bị thông minh giám sát nguồn điện. Thiết bị này có thể tính được điện năng và tiền điện tiêu thụ hàng tháng theo phương thức sáu bậc nhưng không có khả năng thay đổi đơn giá và lựa chọn phương thức tính tiền điện ba giá cũng như không điều khiển được phụ tải điện từ xa. Một hệ thống giám sát sử dụng công nghệ IoT để giám sát từ xa phụ tải điện cũng được Nguyễn Thái Sơn & cs. (2022) thiết kế. Hệ thống này sử dụng các module đo điện đa năng PZEM-004T và chip ESP8266 kết hợp với ứng dụng sẵn có Blynk trên điện thoại thông minh để giám sát lượng điện tiêu thụ một pha của hộ gia đình. Hệ thống này đơn giản và chỉ hiển thị được điện năng tiêu thụ một pha, không có khả năng điều khiển phụ tải. Một nhược điểm của các hệ thống với chức năng tính tiền điện nêu trên là chỉ có khả năng tính tiền điện theo một phương án duy nhất với đơn giá tiền điện không thay đổi được đối với người dùng. Khi đó nếu EVN thay đổi giá bán điện thì việc tính tiền điện của các thiết bị này sẽ không giống với tiền điện chi trả thực tế của người sử dụng. Với những hạn chế nêu trên bài báo giới thiệu một mô hình điều khiển, giám sát phụ tải điện đáp ứng nhu cầu quản lý giám sát phụ tải điện cho các cơ quan, doanh nghiệp, hộ gia đình dựa trên nền tảng hệ SCADA. Ưu điểm của hệ thống là có thể giám sát, điều khiển phụ tải một pha, ba pha. Đặc biệt hệ thống có thể lựa chọn một trong hai phương thức tính tiền điện dạng sáu bậc hoặc phương thức tính tiền ba giá và dễ dàng thay đổi đơn giá tính tiền một cách linh hoạt. Đây là những tính năng mà các nghiên cứu trước đây hoặc một số sản phẩm thương mại trên thị trường chưa có.

Bảng 1. Vật liệu chính sử dụng trong mô hình nghiên cứu

Tên vật liệu	Số lượng	Thông số kỹ thuật chính
Board lập trình PLC FX3U-24M	01	- Nguồn cấp 24VDC-1A, - 14 DI và 10 DO; 6 AI và 2 AO. - Cổng lập trình DP9/RS232 tốc độ 38,4kbs - Truyền thông HMI qua cổng RS232
Màn hình HMI Weintek MT8071iP	01	Truyền thông Ethernet với hai cổng RS232 và RS485
Đồng hồ đa chức năng NFM383A	01	Truyền thông modbus RTU (RS485)
Bộ nguồn	01	24VDC- 2A



a. Màn hình HMI Weintek MT8071iP



b. Board lập trình PLC FX3U-24MR



c. Đồng hồ đo đa năng NFM383A



d. Nguồn 24VDC- 2A

Hình 1. Một số vật liệu chính dùng trong hệ thống

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Hệ thống điều khiển giám sát thông số phụ tải điện trong nghiên cứu này sử dụng một số vật liệu chính như bảng 1. Ngoài ra trong mô hình hệ thống còn sử dụng một số vật liệu hỗ trợ cho quá trình thử nghiệm như biến dòng CT, công tắc tơ loại LS MC-6a 3P 4 cực, tải ba pha thuần trở, động cơ 3 pha, điện thoại thông minh với hệ điều hành iOS có khả năng kết nối wifi được sử dụng trong thiết kế mô hình

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu trong bài báo dựa trên cơ sở lý thuyết và nghiên cứu thực nghiệm. Về lý thuyết, nhóm nghiên cứu tiến hành tham khảo, phân tích các tài liệu, các công trình

nghiên cứu về hệ thống giám sát, điều khiển trên nền tảng SCADA từ đó kế thừa và đề xuất mô hình thiết kế. Trên cơ sở đó sử dụng phần mềm GX Work 2 để lập trình điều khiển PLC và phần mềm Easy Builder EPro thiết kế giao diện SCADA và lập trình kết nối với PLC. Về thực nghiệm, nhóm tác giả tiến hành thử nghiệm đánh giá hệ thống giám sát, điều khiển sau thiết kế chế tạo để kiểm nghiệm các chức năng của hệ thống điều khiển đề xuất, trong đó, thử nghiệm hoạt động của chức năng thu thập giám sát thông số vận hành của phụ tải điện như dòng điện, điện áp, công suất, tần số, $\cos\phi$...; thử nghiệm chức năng tự tính điện năng tiêu thụ theo tháng của phụ tải, chức năng tự tính tiền điện tiêu thụ được lựa chọn theo các phương thức đơn giá sáu bậc và phương thức ba giá đang áp dụng hiện nay của EVN; thử nghiệm chức năng giám sát, điều khiển phụ tải

từ xa cũng như các chức năng cảnh báo tình trạng quá tải, quá áp và thấp áp có thể xảy ra đối với nguồn điện cung cấp cho phụ tải.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sơ đồ và các khối chức năng của hệ thống đề xuất

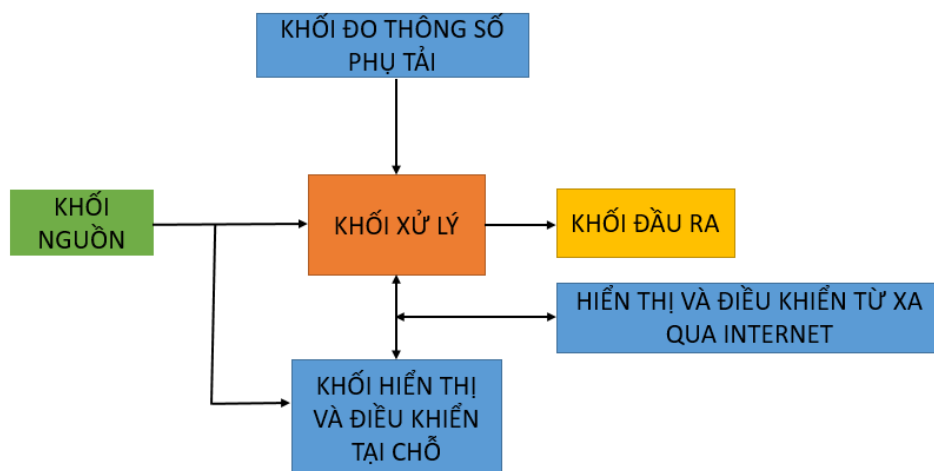
Hình 2 đề xuất sơ đồ khối của hệ thống giám sát và điều khiển phụ tải điện. Hệ thống giám sát điều khiển đề xuất có chức năng giám sát được các thông số chính của phụ tải điện như công suất tiêu thụ tổng, điện áp, dòng điện trên các pha...; hệ thống tự động tính điện năng tiêu thụ theo tháng của phụ tải điện; hệ thống có thể tính tiền điện một cách tự động theo hai phương thức phổ biến tính tiền hiện nay của EVN; hệ thống có thể giám sát, điều khiển đóng/cắt tải từ xa qua internet. Ngoài ra hệ thống có chức năng cảnh báo quá dòng, quá áp hoặc thấp áp của nguồn điện cấp cho phụ tải điện.

Trong sơ đồ, khối xử lý có nhiệm vụ chính là xử lý các giá trị nhận được từ các khối đo điện năng, khối hiển thị và điều khiển. Khối đo thông số phụ tải có nhiệm vụ chính là: đo các thông số của phụ tải điện như: dòng điện, điện áp, công suất, cosφ, điện năng tiêu thụ, tần số. Khối hiển thị và điều khiển tại chỗ: hiển thị các giá trị của khối đo điện năng, đồng thời điều khiển và cài đặt thông số trên màn hình điều khiển. Khối hiển thị và điều khiển từ xa: hiển thị các giá trị thông số phụ tải điện, đồng thời điều khiển và

cài đặt thông số từ xa trên điện thoại. Các tham số này đồng bộ với khối hiển thị và điều khiển tại chỗ thông qua giao diện thiết kế SCADA trên điện thoại hoặc máy tính. Khối nguồn có chức năng cấp nguồn để toàn mạch hoạt động. Khối đầu ra là các thiết bị đóng, cắt ra tải.

3.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống

Nguyên lý hoạt động của hệ thống (Hình 3) như sau: Khi hệ thống hoạt động, các thông số của các phụ tải điện (T1, T2, T3, T4, T5) như điện áp, dòng điện, tần số, công suất tác dụng, công suất phản kháng sẽ được đồng hồ đa năng NFM383A đo qua biến dòng CT, thông qua cổng truyền thông của đồng hồ, dữ liệu này được gửi đến thanh ghi trong PLC. Tại đây dữ liệu được xử lý và lập trình để thực hiện các chức năng của hệ thống như tính điện năng, tiền điện tiêu thụ hàng tháng. Những dữ liệu này sau khi được xử lý và tính toán từ PLC sẽ truyền thông tới HMI. Trên màn hình HMI nhờ phần mềm hỗ trợ thiết kế giao diện Easy Builder EBproV60801579, các dữ liệu trên được hiển thị trực quan thông qua màn hình giám sát được thiết kế. Để giám sát và điều khiển phụ tải điện từ xa, HMI Weintek MT8071iP được kết nối với Module ADSL thông qua mạng Ethernet. Khi Module ADSL được kết nối Internet, người dùng có thể giám sát, điều khiển các thông số phụ tải điện từ xa đồng bộ với màn hình HMI trên điện thoại thông minh tại bất cứ đâu có kết nối Internet nhờ ứng dụng Easyaccess 2.0 được cài đặt trên điện thoại.



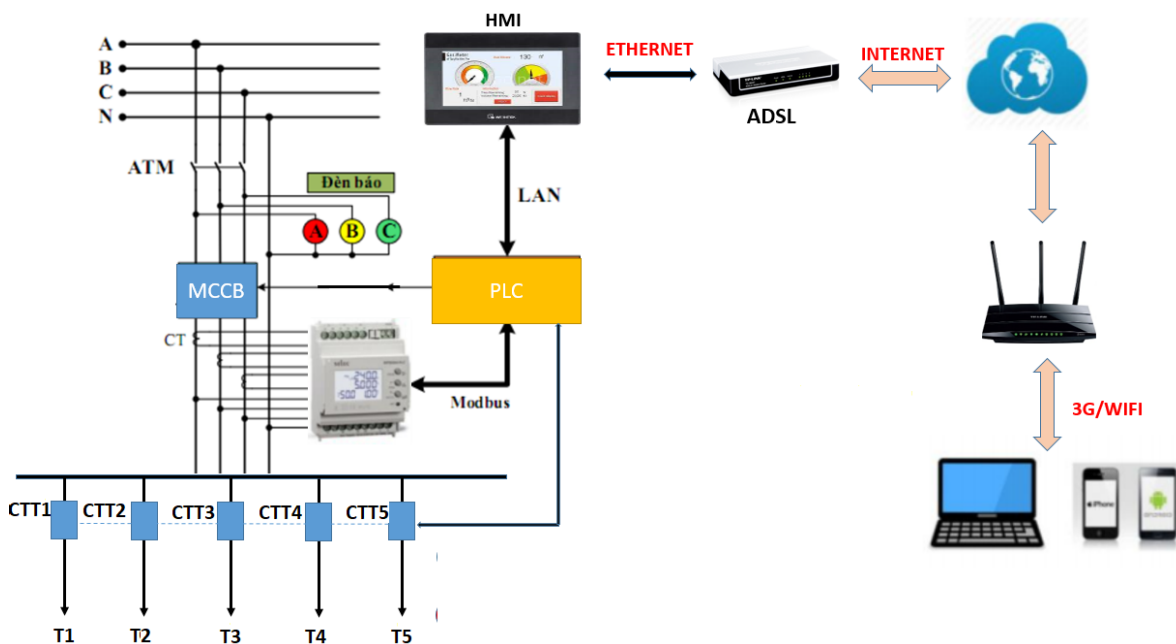
Hình 2. Sơ đồ khối hệ thống thiết kế

3.3. Cơ sở tính toán điện năng và tiền điện tiêu thụ của hệ thống

Cơ sở để hệ thống giám sát và điều khiển phụ tải điện tính toán điện năng tiêu thụ và tiền điện tiêu thụ dựa theo Quyết định số 1416/QĐ-EVN ngày 08/11/2023 quy định về khung giờ trong hoạt động của phụ tải điện

(Bảng 2), các phương thức và đơn giá bán điện đang áp dụng hiện nay của tập đoàn Điện lực Việt Nam EVN (Bảng 3).

Lưu đồ thuật toán giám sát và điều khiển các thông số phụ tải điện và thực hiện chức năng tính điện năng, tiền điện tiêu thụ theo các phương thức được thể hiện trong các hình 4-7.



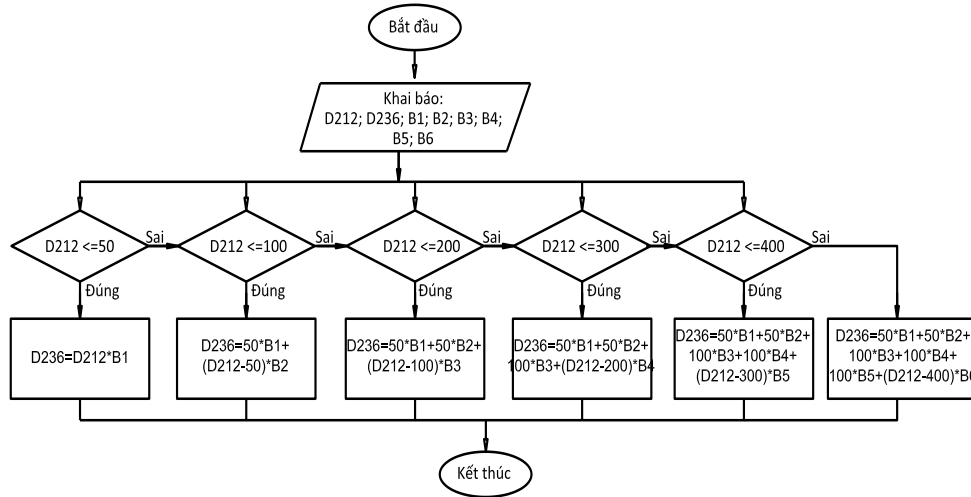
Hình 3. Sơ đồ cấu trúc thiết kế hệ thống

Bảng 2. Khung giờ cao điểm, thấp điểm Quyết định số 1416/QĐ-EVN

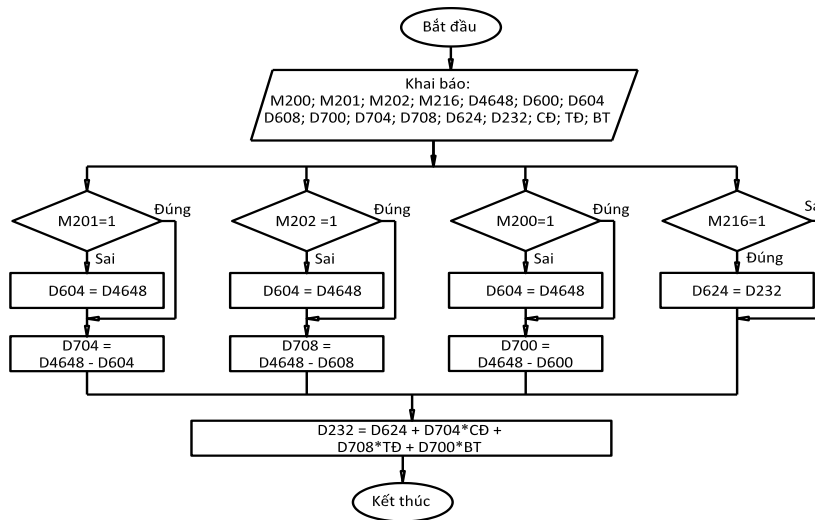
Ngày/Giờ	Từ thứ 2 đến thứ 7	Chủ nhật
Giờ bình thường	- Từ 04 giờ 00 đến 9 giờ 30 (05 giờ và 30 phút); - Từ 11 giờ 30 đến 17 giờ 00 (05 giờ và 30 phút); - Từ 20 giờ 00 đến 22 giờ 00 (02 giờ).	- Từ 04 giờ 00 đến 22 giờ 00 (18 giờ).
Giờ cao điểm	- Từ 09 giờ 30 đến 11 giờ 30 (02 giờ); - Từ 17 giờ 00 đến 20 giờ 00 (03 giờ).	- Không có giờ cao điểm
Giờ thấp điểm	- Từ 22 giờ 00 đến 04 giờ 00 sáng ngày hôm sau (06 giờ).	

Bảng 3. Đơn giá điện theo Quyết định số 1416/QĐ-EVN

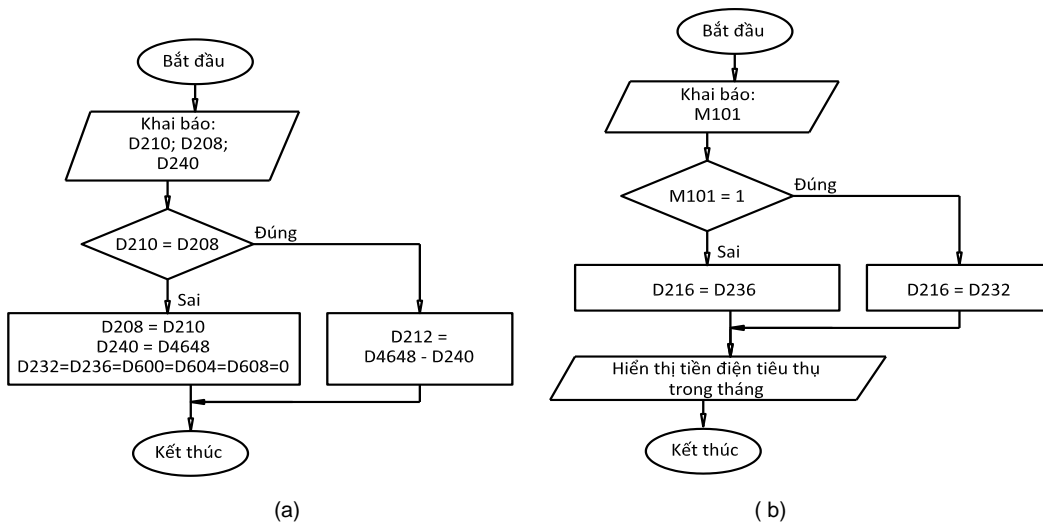
Giá bán lẻ điện sinh hoạt (hình thức 6 bậc)	Giá bán (đồng/kWh)	Giá bán điện kinh doanh (hình thức 3 giá)	Giá bán (đồng/kWh)
Bậc 1: Từ (0-50) kWh	1.806	Giờ bình thường	2.870
Bậc 2: Từ (51-100) kWh	1.866		
Bậc 3: Từ (101-200) kWh	2.167	Giờ thấp điểm	1.746
Bậc 4: Từ (201-300) kWh	2.729		
Bậc 5: Từ (301-400) kWh	3.050	Giờ cao điểm	4.937
Bậc 6: Từ 401 kWh trở lên	3.151		



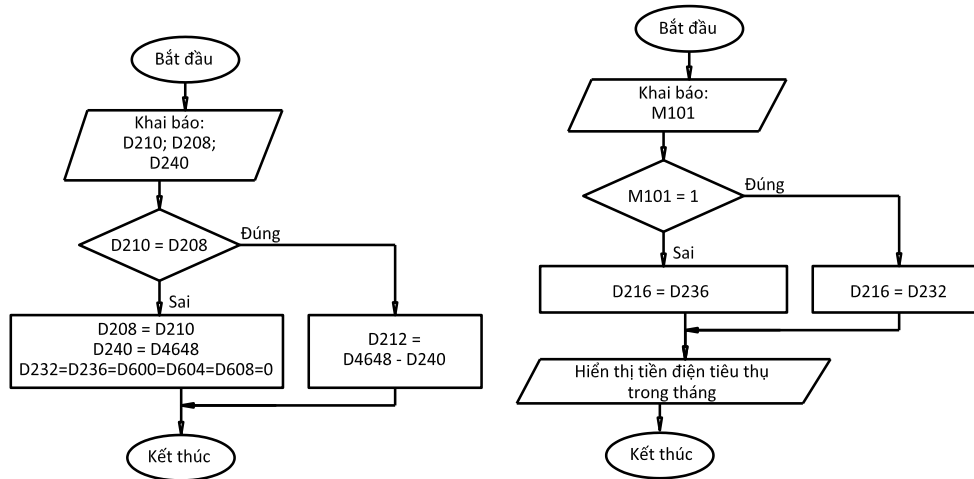
Hình 4. Lưu đồ thuật toán tính tiền điện theo phương thức 6 bậc



Hình 5. Lưu đồ thuật toán tính tiền điện theo phương thức 3 giá



Hình 6. Lưu đồ thuật toán tính điện năng theo tháng (a) và hiển thị tiền điện trong tháng (b)



Hình 7. Lưu đồ thuật toán điều khiển các lộ ra (phụ tải đầu ra)

Trong các lưu đồ thuật toán hình 4 đến hình 6 các ký hiệu biến và ý nghĩa của biến thể hiện trong bảng 4.

3.4. Kết quả thiết kế, thử nghiệm hệ thống điều khiển giám sát phụ tải điện

Căn cứ phân tích các chức năng của hệ thống đề xuất và các bản vẽ thiết kế, nhóm nghiên cứu đã thiết kế, lắp đặt thành công hệ thống điều khiển giám sát phụ tải điện như hình 8.

Nhằm kiểm chứng các chức năng của hệ thống thiết kế, nhóm nghiên cứu tiến hành thử nghiệm kết nối đầu ra của các CTT1, CTT2, CTT3 tương ứng các tải là động cơ ba pha, đèn sợi đốt và hệ thống tải điều chỉnh (các đầu ra tải CTT4, CTT5 có tính chất tương tự không xét trong quá trình thử nghiệm). Thông số các các thiết bị hỗ trợ và điều kiện cho quá trình thử nghiệm thể hiện trên bảng 5.

a. Thử nghiệm hiển thị giám sát các thông số đo phụ tải trên giao diện SCADA

Hệ thống sau khi đăng nhập trên máy tính hoặc điện thoại di động, sẽ hiển thị các giao diện cài đặt, điều khiển, giám sát các thông số phụ tải điện như hình 9. Khi điều khiển đóng điện cho các phụ tải điện thông qua các công tắc tơ CTT1, CTT2, CTT3, hệ thống đã hiển thị và giám sát được các thông số phụ tải điện như dòng điện, điện áp, công suất, điện năng tiêu thụ theo đúng thời gian thực.

b. Thử nghiệm chức năng cảnh báo

Thử nghiệm chức năng cảnh báo quá dòng và thấp áp, ở đây hệ thống cài đặt ngưỡng cảnh báo quá dòng trên mỗi pha để thử nghiệm là 1A và ngưỡng điện áp thấp cảnh báo trên mỗi pha là 200V. Sử dụng bộ nguồn điều khiển điện áp đầu vào dưới 200V và tăng công suất của hệ thống tải thử nghiệm để dòng tải vượt quá giá trị ngưỡng cài đặt như trên. Kết quả hệ thống cảnh báo đúng chức năng đã cài đặt và thể hiện kết quả thử nghiệm trên hình 10.

c. Thử nghiệm chức năng tính tiền điện

Để thử nghiệm và kiểm tra chức năng tính tiền điện tự động của hệ thống, tiến hành lựa chọn phương thức tính tiền điện dạng sáu bậc hoặc ba giá, sau đó nhập các đơn giá tiền điện theo Quyết định số 1416/QĐ-EVN như hình 11, nhập giá trị thuế VAT = 8% như hình 12, kết quả khảo sát thể hiện trong bảng 6.

d. Thử nghiệm chức năng, giám sát điều khiển phụ tải từ xa

Sử dụng điện thoại thông minh có kết nối internet, mở ứng dụng Easyaccess 2.0 để đăng nhập vào giao diện hệ thống. Dựa theo các màn hình giao diện điều khiển và giám sát đã được thiết kế, ta có thể điều khiển đóng cắt phụ tải, giám sát các thông số phụ tải điện từ bất kỳ đâu khi hệ thống và điện thoại có kết nối internet, kết quả thử nghiệm thể hiện trên hình 13.

Bảng 4. Bảng xác định biến và ý nghĩa các biến trong lưu đồ thuật toán (Hình 4-6)

Tên biến	Ý nghĩa	Lưu đồ
D212	Thanh ghi lưu giá trị điện năng trong tháng	Hình 4
D236	Thanh ghi lưu giá trị tiền điện theo phương thức 6 bậc	Hình 4
B1,B2,B3,B4,B5,B6	Đơn giá tiền điện tương ứng bậc 1 đến bậc 6	Hình 4
M200	Bít biểu thị đang ở giờ bình thường	Hình 5
M201	Bít biểu thị đang ở giờ cao điểm	Hình 5
M202	Bít biểu thị đang ở giờ thấp điểm	Hình 5
M216	Bít biểu thị chuyển đổi khung giờ	Hình 5
D4648	Thanh ghi lưu giá trị điện năng	Hình 5
D600	Thanh ghi lưu giá trị điện năng nhớ giờ bình thường	Hình 5
D604	Thanh ghi lưu giá trị điện năng nhớ giờ cao điểm	Hình 5
D608	Thanh ghi lưu giá trị điện năng nhớ giờ thấp điểm	Hình 5
D700	Thanh ghi lưu giá trị điện năng giờ bình thường	Hình 5
D704	Thanh ghi lưu giá trị điện năng giờ cao điểm	Hình 5
D708	Thanh ghi lưu giá trị điện năng giờ thấp điểm	Hình 5
D624	Thanh ghi lưu giá trị nhớ tiền điện 3 giá	Hình 5
D232	Thanh ghi lưu giá trị tiền điện theo phương thức 3 giá	Hình 5
CD	Đơn giá tiền điện giờ cao điểm	Hình 5
TD	Đơn giá tiền điện giờ thấp điểm	Hình 5
BT	Đơn giá tiền điện giờ bình thường điểm	Hình 5
D210	Thanh ghi lưu giá trị tháng hiện tại	Hình 6a
D208	Thanh ghi lưu giá trị tháng so sánh	Hình 6a
D240	Thanh ghi gán giá trị điện năng	Hình 6a
M101	Bít chọn kiểu phương thức tính tiền điện	Hình 6b

**Hình 8. Mô hình hệ thống được xây dựng, lắp đặt thử nghiệm tại phòng thí nghiệm**

Nghiên cứu, thiết kế hệ thống điều khiển giám sát phụ tải điện từ xa phục vụ quản lý nhu cầu điện

Bảng 5. Thông số thiết bị hỗ trợ và điều kiện thử nghiệm hệ thống

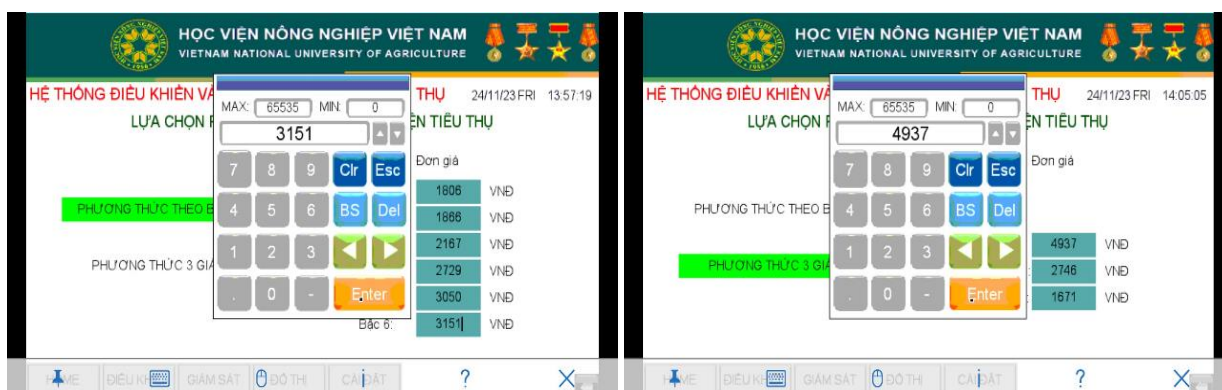
Tên thiết bị	Số lượng	Thông số kỹ thuật
Bộ nguồn điện	01	3 pha 0÷450V, 10A; 6,6kVA
Mạng internet	01	bất kỳ
Hệ thống tải	01	50W ÷ 750W
Bóng đèn sợi đốt	03	220V-200W
Động cơ 3 pha	01	Δ/Y : 400-690V; 0,37kW; $\cos\varphi$: 0,83; $n = 2.800$ v/phút
Điện thoại thông minh	01	Hệ điều hành iOS 15.8.2



Hình 9. Giao diện đăng nhập và giao diện giám sát thông số phụ tải điện



Hình 10. Thử nghiệm chức năng cảnh báo quá dòng và thấp áp



Hình 11. Lựa chọn và nhập đơn giá tiền điện cho từng phương thức



Hình 12. Thử nghiệm chức năng tính tiền điện theo tháng

Bảng 6. Thử nghiệm tính toán tiền điện tiêu thụ

Điện năng tiêu thụ (kWh)	Tiền điện tính toán từ hệ thống (đ)				Khung giờ	Đánh giá
	Hình thức 6 bậc		Hình thức 3 giá			
	Trước thuế	Sau thuế	Trước thuế	Sau thuế		
0,5	903	975	2.469	2.667	Cao điểm	Tính theo đúng thuật toán
1	1.806	1.951	4.937	5.332		
1,5	2.709	2.926	6.372	6.882	Bình thường	
2	3.612	3.901	7.807	8.432		
2,5	4.515	4.876	9.242	9.981		
3	5.418	5.851	10.115	10.924	Thấp điểm	



Hình 13. Giao diện điều khiển, giám sát phụ tải điện từ xa trên hệ thống

4. KẾT LUẬN

Thông qua quá trình nghiên cứu, thiết kế, nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công hệ thống điều khiển giám sát thông số phụ tải điện ứng dụng cho các tòa nhà hoặc các khu vực xí nghiệp công nghiệp. Hệ thống có nhiều ưu điểm và có sự khác biệt với các sản phẩm

cùng loại trên thị trường với các tính năng như: đo, giám sát được nhiều thông số phụ tải điện theo thời gian thực; có khả năng cảnh báo quá dòng, quá áp và thấp áp; giám sát, điều khiển đóng cắt phụ tải đồng bộ tại chỗ hoặc từ xa bằng điện thoại di động thông minh qua mạng internet. Đặc biệt hệ thống có thể lựa chọn linh hoạt phương thức tính tiền điện hiện nay đang

áp dụng của EVN cũng như có thể thay đổi đơn giá bán điện một cách thuận tiện theo từng phương thức khi Chính phủ có chủ trương thay đổi về giá điện. Hệ thống này nếu được đầu tư và phát triển đúng hướng sẽ có khả năng thương mại hóa cao và áp dụng được trên nhiều đối tượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Công thương (2017). Thông tư số 23/2017/TT-BCT ngày 16/11/2017 của Bộ Công thương quy định nội dung, trình tự thực hiện các chương trình điều chỉnh phụ tải điện.
- Chính phủ (2018). Quyết định số: 279/QĐ-TTg ngày 08/03/2018 của Chính phủ về phê duyệt chương trình quốc gia về quản lý nhu cầu điện giai đoạn 2018-2020, định hướng đến năm 2030.
- Dương Thái Bình & Võ Minh Trí (2017). Hệ thống scada cho mạng điện cơ quan, doanh nghiệp. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 49 : 21-26.
- Đoàn Hữu Khánh, Đinh Anh Tuấn & Lê Văn Tâm (2020). Nghiên cứu, thiết kế thiết bị thông minh giám sát nguồn điện. Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải. 62.
- Hassaan Th. H. T. (2018). Design and Simulation of a Monitoring Electrical Energy Consumption System based on PLC Techniques. International Scientific Conference of Engineering Sciences - 3rd Scientific Conference of Engineering Science (ISCES). pp. 226-230.
- Lương Vinh Quốc Danh, Nguyễn Văn Khanh, Võ Duy Tín & Võ Minh Trí (2014). Hệ thống quản lý tự động ghi nhận tình trạng sử dụng thiết bị điện qua mạng cục bộ. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 31: 1-7.
- Nikhil B., Dipak M. & Aditya L. (2020). Consumer load monitoring and controlling system based on PLC and Scada. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 07(09).
- Nguyễn Thái Sơn, Trần Hoàng Tuấn, Trần Trung Tính & Quách Ngọc Thịnh (2022). Giám sát từ xa phụ tải điện hộ gia đình bằng ứng dụng Blynk. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 58 (3): 36-43.
- Tập đoàn Điện lực Việt Nam (2023). Quyết định 1416/QĐ-EVN ngày 08/11/2023 về việc điều chỉnh mức giá bán lẻ điện bình quân của tập đoàn Điện lực Việt Nam EVN.
- Thông tư số 23/2017/TT-BCT của Bộ Công Thương: Quy định nội dung, trình tự thực hiện các chương trình điều chỉnh phụ tải điện.