

XÂY DỰNG MÔ HÌNH THU THẬP DỮ LIỆU VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG QUA GSM

Lê Hoài Anh^{1*}, Võ Văn Ân², Hoàng Minh Tuấn¹,
Nguyễn Thị Hồng¹, Trần Đại Hiếu¹, Phạm Thị Minh Thủy¹,
Lê Đình Hiếu¹, Ngô Việt Song¹, Nguyễn Văn Bình³

¹Trường Cao đẳng Công nghiệp Huế

²Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Bình Dương

³Trường Đại học Quốc tế

*Email: lhanh@hueic.edu.vn

Ngày nhận bài: 06/5/2024; Ngày chấp nhận đăng: 24/6/2024

TÓM TẮT

Quản lý và giám sát năng lượng điện là một hệ thống tổng hợp bao gồm việc lập kế hoạch và theo dõi hệ thống vận hành tại các đơn vị sản xuất, hoạt động tiêu thụ năng lượng điện. Giám sát quản lý năng lượng điện là chìa khoá của vấn đề an toàn và tiết kiệm năng lượng. Nhu cầu này ảnh hưởng đến việc kiểm soát và giảm tiêu thụ năng lượng của tổ chức như giảm thiểu chi phí, giảm lượng phát thải carbon, thiệt hại về môi trường và giảm thiểu rủi ro. Vì vậy, giám sát quản lý năng lượng điện là một công cuộc nỗ lực không ngừng để tìm ra cơ hội mới hiện thực hoá mục tiêu sử dụng năng lượng an toàn và tiết kiệm. Trong bài báo này, ứng dụng các cơ sở nền tảng truyền dữ liệu không dây kết hợp với vi điều khiển Atemega 128 để xây dựng một hệ thống thu thập dữ liệu theo thời gian thực, thiết lập chương trình, ứng dụng các thiết bị di động để giám sát năng lượng điện qua GSM (Global System for Mobile Communications: Hệ thống thông tin di động toàn cầu) nhằm kiểm soát các sự cố về điện cũng như quản lý sự thay đổi điện năng tiêu thụ để thông báo cho người sử dụng mọi lúc, mọi nơi.

Từ khóa: Atemega 128, GSM, Giám sát năng lượng, Sim 900.

1. MỞ ĐẦU

Trong cuộc sống hiện đại, năng lượng là yếu tố quyết định trong mọi quá trình sản xuất, lao động cũng như sinh hoạt của con người. Quá trình công nghiệp hóa hiện đại hóa ngày càng phát triển khiến nhu cầu sử dụng năng lượng tăng vọt. Các nguồn năng lượng không tái tạo ngày càng cạn kiệt dẫn đến việc thiếu hụt năng lượng trầm trọng, vì thế việc tiết kiệm và sử dụng năng lượng một cách hiệu quả là vô cùng cấp thiết. Nhằm quản lý giám sát năng lượng hiệu quả và tối ưu hóa việc tiêu thụ nguồn năng lượng cho các công trình dân dụng, đặc biệt là tòa nhà, hộ gia đình, khu công nghiệp,... hệ thống quản lý năng lượng đã được đưa vào sử dụng và hiện đang trở nên phổ biến tại các nước Châu Âu.

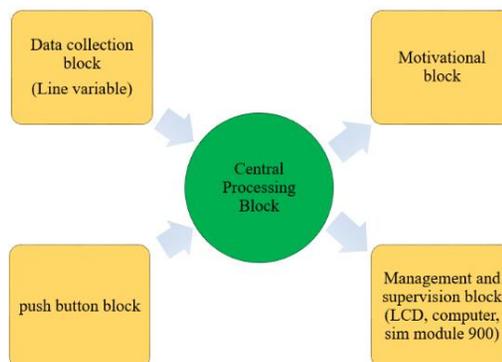
Trên thực tế, đã có rất nhiều hệ thống quản lý năng lượng khác nhau được thảo luận và cũng phân tích các phương pháp luận khác nhau được áp dụng để triển khai lưới điện thông minh [1]. Trong một số nghiên cứu nổi bật gần đây, một phương pháp phản hồi và thiết lập mục tiêu được đưa ra để quản lý sự gia tăng cao của nhu cầu cao điểm về sử dụng năng lượng nhằm mục đích giám sát và kiểm soát thời gian tiêu thụ điện năng [2]. Cùng với sự phát triển của công nghệ, hệ thống quản lý năng lượng được đưa vào sử dụng trong các hộ gia đình, các

tòa nhà cao tầng dựa trên nền tảng công nghệ zigbee [3, 4], hoặc sự kết hợp giữa công nghệ zigbee và ARM9 (Advanced RISC Machine: là một họ kiến trúc dạng RISC cho các vi xử lý máy tính) microcontroller ngoài việc quản lý năng lượng còn giám sát việc tạo ra năng lượng từ năng lượng tái tạo và kiểm soát các thiết bị điện [5], hay một phương pháp quản lý năng lượng mới cho ngôi nhà thông minh kết hợp mạng không dây, dựa trên Bluetooth năng lượng (BLE) thấp để giám sát năng lượng hiệu quả [6, 7]. Trong công nghiệp, vấn đề quản lý năng lượng được ưu tiên hàng đầu, nhiều mô hình quản lý năng lượng được đưa vào sử dụng, rà soát và đánh giá một cách khách quan, chính xác và hiệu quả [8]. Trong sản xuất, việc giảm tiêu thụ năng lượng của hệ thống sản xuất luôn là vấn đề cấp bách và cần thiết, các phương pháp giám sát và kiểm soát năng lượng trên máy móc được triển khai nhằm mục đích quản lý và tiết kiệm năng lượng một cách hiệu quả nhất [9, 10]. Hiện nay, cùng với sự bùng nổ mạnh mẽ của công nghệ IoT (Internet of Things: Internet vạn vật), các giải pháp quản lý năng lượng ngày càng đa dạng và phổ biến như quản lý năng lượng thông minh [11], quản lý năng lượng mặt trời [12], sử dụng nền tảng IoT kết hợp với các cảnh báo GPRS (General Packet Radio Service: Dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp), SMS (Short Message Services: dịch vụ nhắn tin ngắn) và E-mail [13], hay việc sử dụng các thiết bị có tích hợp công nghệ IoT để quản lý và giám sát năng lượng [14]. Xa hơn nữa, cùng với sự phát triển đô thị thì nhu cầu năng lượng của các ứng dụng IoT được tăng lên, trong khi các thiết bị IoT tiếp tục phát triển cả về số lượng và yêu cầu. Do đó, các nhà nghiên cứu đã xây dựng hệ thống quản lý năng lượng trong thành phố thông minh [15] để tối ưu hóa hiệu quả năng lượng và lập lịch cho các thành phố thông minh dựa trên IoT. Tuy nhiên, hiện tại các nghiên cứu trên hầu hết đều đưa ra mô hình chung nhưng chưa có một hệ thống thật sự rõ ràng nên mới chỉ giải quyết về vấn đề ý tưởng và một phần ứng dụng thực tiễn của hệ thống quản lý năng lượng.

Bài báo này trình bày việc nghiên cứu hệ thống thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng qua GSM giúp người dùng quản lý và giám sát một cách hiệu quả, tính ổn định cao, ít phụ thuộc vào thiết bị mạng tại chỗ. Hệ thống này giúp người dùng kiểm soát được các vấn đề không mong muốn như điện năng tiêu thụ tăng cao so với bình thường hoặc các thiết bị điện vượt quá công suất cho phép hay thậm chí là các sự cố về điện để thông báo cho người sử dụng mọi lúc, mọi nơi.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Hình 1 trình bày mô hình của hệ thống thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng qua GSM đề xuất trong nghiên cứu này. Trong đó, khối xử lý trung tâm có chức năng xử lý tín hiệu các khối đầu vào từ các cảm biến và truyền dữ liệu tới khối thu thập và giám sát gồm LCD (Liquid Crystal Display: Màn hình tinh thể lỏng), máy tính và khối kết nối GSM (module Sim900).



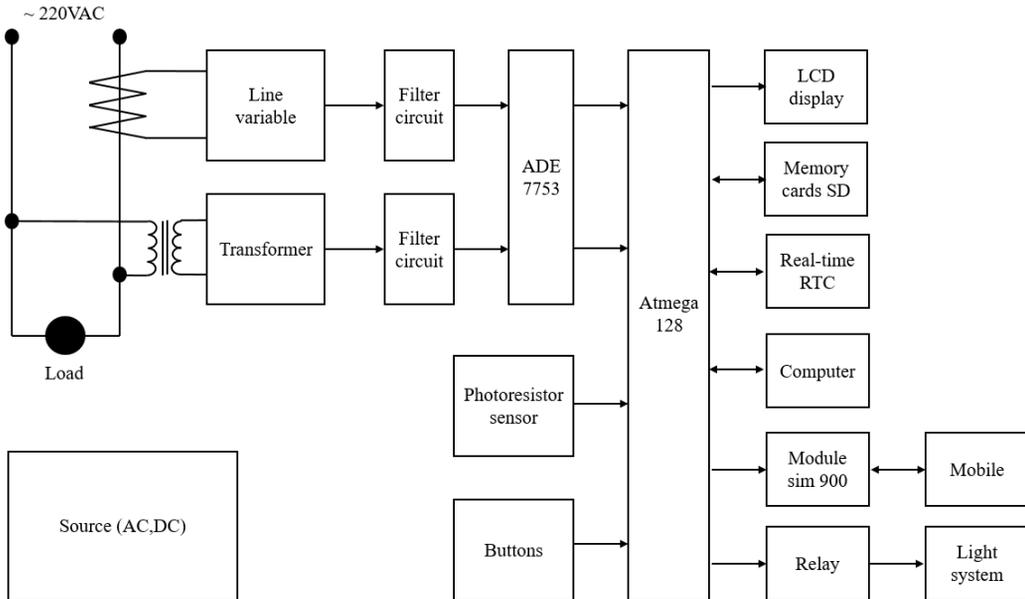
Hình 1. Mô hình thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng qua GSM

3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG THU THẬP DỮ LIỆU VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG

3.1. Sơ đồ khối hệ thống

Trong phần này, tác giả trình bày thiết kế hệ thống thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng. Hệ thống điều khiển này được tác giả thiết kế sử dụng vi điều khiển Atmega 128.

Sơ đồ khối cấu trúc hệ thống thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng được trình bày như hình dưới, bao gồm các khối sau:



Hình 2. Sơ đồ khối của hệ thống

Tổng quan chung về nhiệm vụ và hoạt động của mạch điều khiển

U, I, P, Q được đo và tính toán thông qua chip ADE7753.

Trong Atmega128 đã tích hợp sẵn bộ chuyển đổi chấp hành ADC (Analog-to-Digital Converter: Mạch chuyển đổi tương tự ra số).

Các tín hiệu đưa về vi điều khiển. Được xử lý và hiển thị trên LCD.

Dùng các phím chức năng chọn chế độ trong vi điều khiển để hiển thị kết quả lên LCD.

Khối role dùng để đóng cắt đầu ra

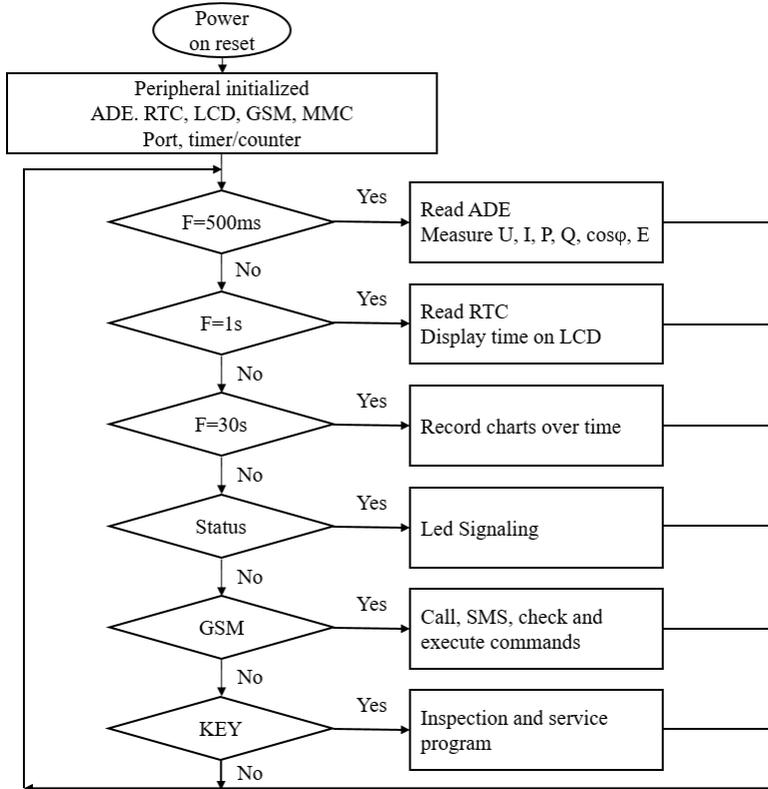
Khối DS1307 là khối thời gian thực

Thẻ nhớ SD để lưu trữ dữ liệu

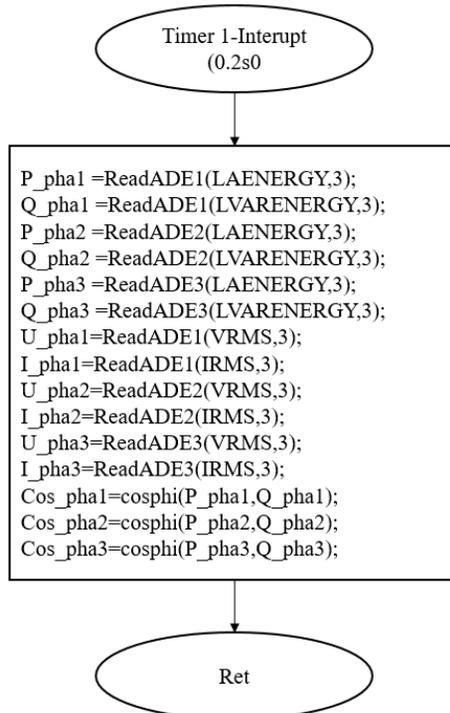
Max232 IC chuyển đổi mức tín hiệu vi điều khiển và máy tính.

3.2. Lưu đồ thuật toán

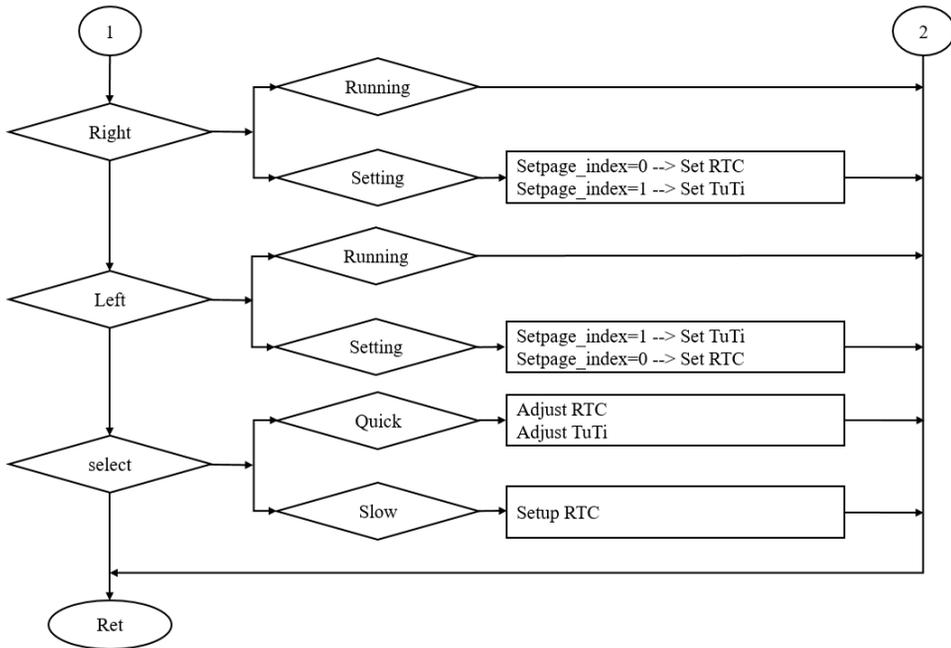
Thuật toán điều khiển hệ thống thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng được cài đặt trên vi điều khiển Atmega 128 được trình bày ở hình dưới đây.



Hình 3. Chương trình chính



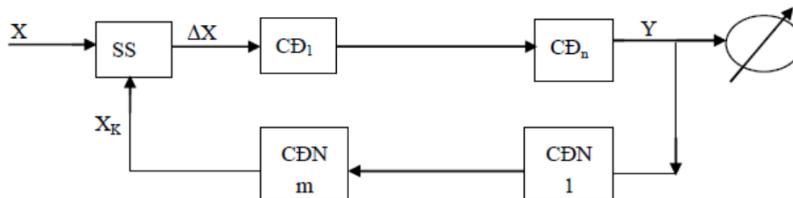
Hình 4. Lưu đồ thuật toán cho ADE đo các đại lượng điện



Hình 5. Lưu đồ thuật toán phím nhấn

3.3. Phương pháp và thiết bị đo điện áp và dòng điện

Trong bài báo này, tác giả sử dụng các phương pháp đo kiểu so sánh có sơ đồ cấu trúc theo kiểu mạch vòng (có khâu phản hồi) được trình bày như hình dưới.



Hình 6. Sơ đồ khối phương pháp kiểu so sánh

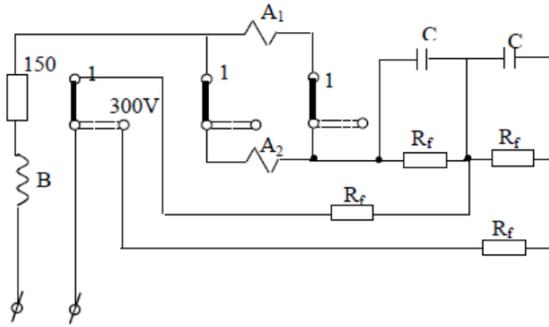
Đại lượng đo X và đại lượng mẫu X0 được biến đổi thành đại lượng vật lý nào đó thuận tiện cho việc so sánh. Quá trình so sánh được diễn ra trong suốt quá trình đo.

3.3.1. Thiết bị đo điện áp

Trong đo lường khi đo điện áp nguồn công suất nhỏ hay đo dòng nhỏ hơn dòng qua cơ cấu chỉ thị, người ta phải tìm cách tăng độ nhạy của thiết bị đo. Một trong những biện pháp tăng độ nhạy là khuếch đại. Ngoài ra do yêu cầu điện trở của phép đo áp là điện trở của vônmet càng lớn càng tốt. Để thỏa mãn nhu cầu trên người ta đã chế tạo ra các vônmet điện tử.

Có thể chế tạo vônmet điện động nhiều thang đo bằng cách thay đổi cách mắc song song hoặc nối tiếp hai phân đoạn của cuộn tĩnh và nối tiếp với các điện trở phụ.

Hình 7 thể hiện sơ đồ nguyên lý của vônmet điện động hai thang đo: Khi khoá chuyển mạch đang ở vị trí 1, hai phân đoạn A1 và A2 của cuộn tĩnh mắc song song với nhau và mắc nối tiếp với cuộn động B, tương ứng với giới hạn đo 150 V. Khi khoá chuyển mạch đang ở vị trí 2, hai phân đoạn A1, A2 và cuộn động B được mắc nối tiếp với nhau, tương ứng với giới hạn đo 300 V. Các tụ điện C tạo mạch bù tần số cho vônmet.



Hình 7. Sơ đồ vônmet điện động nhiều thang đo

3.3.2. Các phương pháp và thiết bị đo dòng

Ngoài các phương pháp đo dòng cơ bản như: phương pháp đo trực tiếp, phương pháp đo gián tiếp và phương pháp so sánh. Trên thực tế còn có nhiều thiết bị đo dòng hỗ trợ cho nhiều loại dòng điện khác nhau như các ampermet xoay chiều, ampermet điện từ và ampermet điện động.

Đối với các loại ampermet xoay chiều: để đo dòng điện xoay chiều ở miền tần số công nghiệp ta thường dùng các ampermet điện từ, điện động và sắt điện động. Đo dòng điện ở miền tần số âm tần và có thể dùng nhiều thang đo khác nhau, người ta thường dùng ampe vòng từ điện chỉnh lưu. Ampe nhiệt điện được dùng để đo dòng điện xoay chiều có tần số cao và siêu cao.

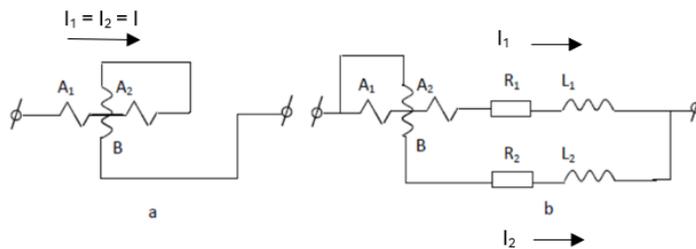
Ampermet điện từ: được chế tạo dựa trên cơ cấu chỉ thị điện từ. Mỗi cơ cấu chỉ thị điện từ được chế tạo với số vòng nhất định (I.W). Với cơ cấu cuộn dây tròn thường I.W = 200A.vòng; cuộn dây dẹt có I.W = 100 ÷ 150A.vòng. Loại mạch từ khép kín I.W = 50 ÷ 1000A.vòng. Như vậy để mở rộng thang đo của ampermet điện từ chỉ cần thay đổi như thế nào để đảm bảo I.W = const.

Ampermet điện động: có 2 loại sơ đồ ampermet điện động:

Khi đo dòng nhỏ hơn hoặc bằng 0,5A, người ta đấu nối tiếp cuộn. Khi đó, cuộn tĩnh và cuộn động như Hình 8a. Ta có:

$$\alpha = \frac{1}{D} \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1 I_2 = \frac{1}{D} \frac{dM_{12}}{d\alpha} I^2 \text{ với } I_1 = I_2 = I; \varphi = 0; \cos \varphi = 1 \quad (1)$$

Khi dòng lớn hơn 0,5A, người ta đấu cuộn tĩnh và cuộn động song song với nhau, và mắc thêm các phần tử vào mỗi nhánh để bù sai số do tần số gây ra và để dòng trong hai cuộn dây đồng pha với nhau (Hình 8b).



Hình 8. Ampermet điện động: (a) đo $I \leq 0,5A$, (b) đo $I > 0,5A$

3.3.3. Đo công suất tác dụng một pha

Khi đo trong mạch một chiều:

Khi có dòng điện I_1 chạy trong cuộn tĩnh và dòng I_2 chạy trong cuộn động, thì góc quay của cơ cấu đo chạy trong biểu thức.

$$\alpha = \frac{1}{D} \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1 I_2 = KI \frac{U}{R_B + R_f} = K_P P \quad (2)$$

Trong đó:

$$\alpha = \frac{1}{D} \frac{dM_{12}}{d\alpha} \text{ và } K_P = \frac{K}{R_B + R_f} \quad (3)$$

R_B là điện trở của cuộn động

Khi đo trong mạch xoay chiều:

Giả sử tải mang tính điện cảm, dòng điện chậm pha sau điện áp một góc φ . Dòng điện trong cuộn áp chậm pha sau điện áp một góc γ . Ta có đồ thị véc tơ như Hình 9.

Góc lệch pha giữa 2 dòng cuộn tĩnh và động là: $\delta = \varphi - \gamma$

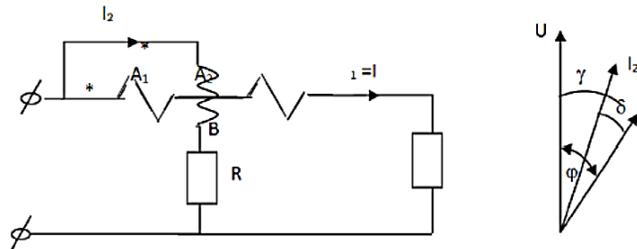
Góc quay của cơ cấu

$$\alpha = \frac{1}{D} \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1 I_2 \cos \delta \quad (4)$$

Nếu chọn R_f lớn hơn rất nhiều so với cảm kháng của cuộn động thì $\gamma = 0$, khi đó $\delta = \varphi$.
Ta có:

$$\alpha = \frac{1}{D} \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1 I_2 \cos \varphi = K_P UI \cos \varphi = K_P P \quad (5)$$

Trong trường hợp tải có điện áp cao và dòng điện lớn, phải phối hợp biến áp và biến dòng với wattmet để đo công suất cho tải (Hình 9). Cuộn điện áp của wattmet mắc ở hai đầu thứ cấp của biến áp, một đầu của cuộn thứ cấp và vỏ của biến áp được nối với đất.



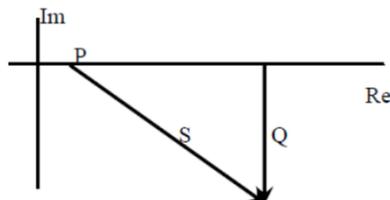
Hình 9. Wattmet đo công suất cho tải

3.3.4. Đo công suất phản kháng

Đối với mạch điện một chiều, công suất, năng lượng mà mạch điện thực hiện chuyển đổi qua đường dây điện trong một đơn vị thời gian, được tính bằng:

$$P = UI \quad (6)$$

Trong biểu đồ, P là công suất thực, Q là công suất phản kháng, độ dài của S là công suất biểu kiến.



Hình 10. Tam giác công suất

Công suất phản kháng Q là một khái niệm trong ngành kỹ thuật điện, dùng để chỉ phần công suất điện được chuyển ngược về nguồn cung cấp năng lượng trong mỗi chu kỳ do sự tích lũy năng lượng trong các thành phần cảm kháng và dung kháng, được tạo ra bởi sự lệch pha

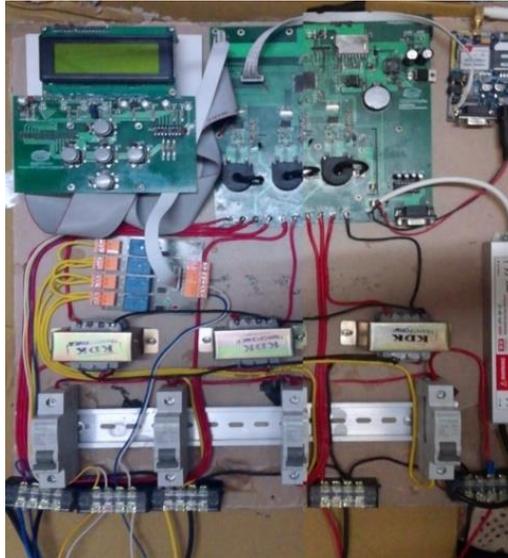
giữa hiệu điện thế $u(t)$ và dòng điện $i(t)$. Khi $u(t)$, $i(t)$ biến đổi theo đồ thị hàm sin thì $Q = UI \sin \alpha$, với U , I là giá trị hiệu dụng $u(t)$, $i(t)$; α là pha lệch giữa $u(t)$, $i(t)$.

Công suất phản kháng Q là phần ảo của công suất biểu kiến S , $S = P + iQ$. Công suất phản kháng thực tế có thể tính trực tiếp từ giá trị dòng điện và điện áp tức thời.

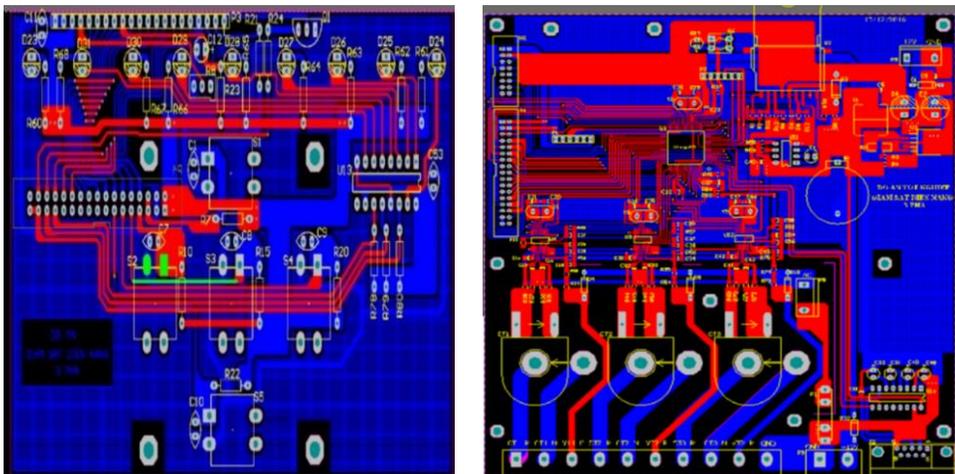
Đơn vị đo Q là var (volt amperes reactive), $1 \text{ Kvar} = 1000 \text{ var}$.

4. KẾT QUẢ THIẾT KẾ MÔ HÌNH THU THẬP DỮ LIỆU VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG

4.1. Mô hình thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng



Hình 11. Mô hình thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng

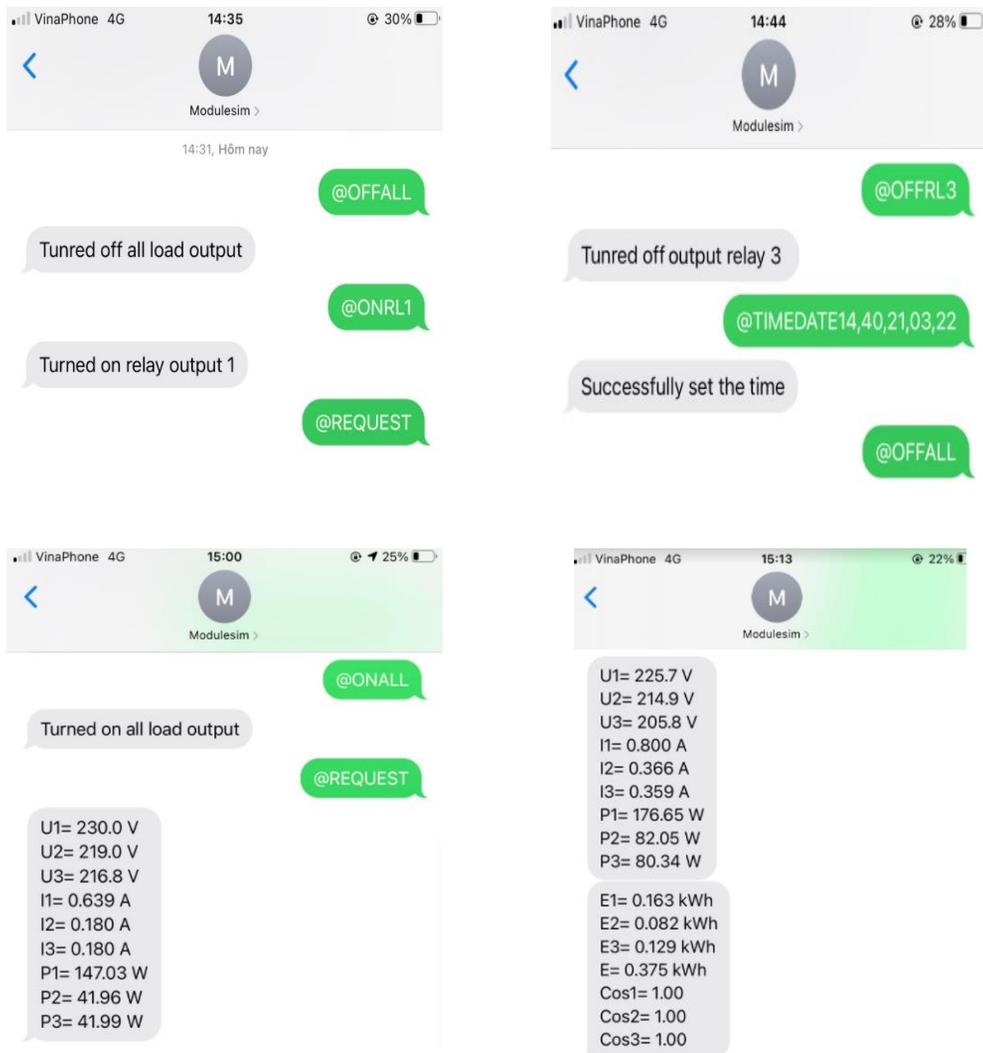


Hình 12. Sơ đồ mạch in mô hình

4.2. Kết quả chạy thực nghiệm mô hình thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng



Hình 13. Dữ liệu mô hình thu thập và giám sát năng lượng



Hình 14. Thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng qua module Sim 900

Kết quả thực nghiệm của toàn bộ mô hình về cơ bản đã hoạt động tốt, hệ thống có thể đo được giá trị dòng điện, giá trị điện áp, cosphase và tính điện năng tiêu thụ, đồng thời xây dựng được hệ thống giao tiếp với người dùng từ trực tiếp hay thông qua GSM và đáp ứng được nhu cầu người dùng một cách hiệu quả nhất.

5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã trình bày kiến trúc và triển khai hệ thống thu thập dữ liệu và giám sát năng lượng điện qua GSM một cách hiệu quả và chính xác. Đây là một giải pháp ứng dụng có tính khả thi cao và hoàn toàn có thể được áp dụng cho các mô hình quản lý và giám sát năng lượng điện. Các thử nghiệm trên cho thấy kiến trúc và các thành phần được đề xuất đã đáp ứng được nhu cầu thực tế, thời gian xử lý và cập nhật liên tục để đáp ứng cho một ứng dụng yêu cầu thời gian thực. Giúp người sử dụng có thể trực tiếp biết được điện năng tiêu thụ trong nhà ở mọi nơi từ đó phát hiện ra những sự cố, đồng thời đưa ra các biện pháp kịp thời và hợp lý nhằm giảm thiểu thiệt hại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ramalingam G., Meikandasivam S., Vijayakumar D. - Energy management techniques in smart grid. *International Journal of Applied Engineering Research* **10** (15) (2015) 35720-35724.
2. Fakharuddin A., Abdalla A.N., Rauf M., Kamil N.M., Ahmad S. and Mustafa A. - A smart energy management system for monitoring and controlling time of power consumption. *Scientific Research and Essays* **7** (9) (2012) 1000-1011. <https://doi.org/10.5897/SRE11.160>
3. John A., Santhosam I.B. - Home energy management system based on zigbee. *International Journal of Inventive Engineering and Sciences (IJIES)* **2** (4) (2014) 2319-9598. <https://doi.org/10.1109/TCE.2010.5606278>
4. Thaug H.N., Tun Z.M., Tun H.M. - Automatic energy control and monitoring system for building. *International Journal of Scientific & Technology Research* **5** (6) (2016) 2277-8616. <https://doi.org/10.55041/IJSREM12547>
5. Kumar S., Pavithra V., Banu R., Supriya G. - Smart home energy management system including renewable energy based on Zigbee and ARM9 microcontroller. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)* **1** (2) (2017) 240-244. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2942428>
6. Collotta M., Pau G. - A novel energy management approach for smart homes using bluetooth low energy. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* **33** (12) (2015) 2988-2996. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2015.2481203>
7. Choi M., Han J., Lee I. - An efficient energy monitoring method based on Bluetooth Low Energy. 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), (2016) 359-360. <https://doi.org/10.1109/ICCE.2016.7430647>
8. Hasan A.S.M.M. and Trianni A. - A review of energy management assessment models for industrial energy efficiency. *Energies* **13** (21) (2020) 1-21. <https://doi.org/10.3390/en13215713>
9. Vijayaraghavan A., Dornfeld D. - Automated energy monitoring of machine tools. *CIRP Annals* **59** (1) (2010) 21-24. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2010.03.042>
10. Abele E., Panten N., Menz B. - Data collection for energy monitoring purposes and energy control of production machines. The 22nd CIRP conference on Life Cycle Engineering (2015) 299-304. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.01.035>

11. Mani V., Abhilasha, Gunasekhar, Lavanya and Sankaranarayanan S. - IoT based smart energy management system. *International Journal of Applied Engineering Research* **12** (16) (2017) 5455-4562.
12. Spanias A. - Solar energy management as an Internet of Things (IoT) application. 2017 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA) (2017) 1-4. <https://doi.org/10.1109/IISA.2017.8316460>
13. Kazi R., Tiwari G. - IoT based interactive industrial home wireless system, Energy management system and embedded data acquisition system to display on web page using GPRS, SMS & E-mail alert. 2015 International Conference on Energy Systems and Applications (2015) 290-295. <https://doi.org/10.1109/ICESA.2015.7503358>
14. Mtshali P., Khubia F. - A smart home energy management system using smart plugs. 2019 Conference on Information Communications Technology and Society (ICTAS) (2019) 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICTAS.2019.8703522>
15. Ejaz W., Naeem M., Shahid A., Anpalagan A., Jo M. - Efficient energy management for the internet of things in smart cities. *IEEE Communications Magazine* **5** (1) (2017) 84-91. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600218CM>

ABSTRACT

DESIGN A MODEL FOR DATA COLLECTION AND ENERGY MONITORING THROUGH GSM

Le Hoai Anh^{1*}, Vo Van An², Hoang Minh Tuan¹, Nguyen Thi Hong¹, Tran Dai Hieu¹,
Pham Thi Minh Thuy¹, Le Dinh Hieu¹, Ngo Viet Song¹, Nguyen Van Binh³

¹*Hue Industrial College*

²*Binh Duong Economics and Technology University*

³*International University*

*Email: lhánh@hueic.edu.vn

Electrical energy management and monitoring is an integrated system that includes planning and monitoring operating systems at production units and electrical energy consumption activities. Monitoring electrical energy management is key to safety and energy savings. This need affects the control and reduction of an organization's energy consumption such as minimizing costs, reducing carbon emissions, environmental damage and minimizing risks. Therefore, monitoring electrical energy management is a continuous effort to find new opportunities to realize the goal of safe and economical use of energy. This paper presents, applying wireless data transmission platforms combined with the Atmega 128 microcontroller to design a real-time data collection system, set up programs, applying mobile devices to monitor electrical energy via GSM to control electrical problems as well as manage changes in power consumption to notify users anytime, anywhere.

Keywords: Atmega 128, GSM, Energy Monitoring, Sim 900.