

ỨNG DỤNG IoT GIÁM SÁT VÀ BÙ HỆ SỐ CÔNG SUẤT ($\cos\phi$) TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN TẠI XƯỞNG THỰC HÀNH ĐIỆN

Nguyễn Thanh Trường, Chiêm Trọng Hiền*

Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: hienct@huit.edu.vn

Ngày nhận bài: 08/11/2023; Ngày nhận bài sửa: 28/11/2023; Ngày chấp nhận đăng: 29/11/2023

TÓM TẮT

Bài báo này đề cập đến ứng dụng của IoT (Internet of Things) trong giám sát và quản lý hệ số công suất ($\cos\phi$) của hệ thống điện. Sự kết hợp giữa công nghệ IoT và quản lý hệ số $\cos\phi$ bằng cách tích hợp mạch IoT vào tủ bù mang lại những lợi ích đáng kể về hiệu suất và tiết kiệm năng lượng điện. Xuất phát từ hệ thống điện hạ áp hiện hữu có hệ số $\cos\phi$ thấp, đồng thời áp dụng tính năng vượt trội về mặt không gian của IoT, các tác giả đã xây dựng hệ thống giám sát hệ số $\cos\phi$ trên app (ứng dụng) của điện thoại thông minh (hoặc máy tính cá nhân-PC) nhằm đưa ra các cảnh báo cũng như theo dõi trạng thái đóng/cắt của các cấp tụ bù vào hệ thống điện để nâng hệ số $\cos\phi$ đạt giá trị mong muốn. Sử dụng phương pháp thực nghiệm, thông số $\cos\phi$ và dòng điện làm việc được sử dụng để tính toán dung lượng bù. Các tác giả nghiên cứu viết code để tạo app (ứng dụng) sử dụng IoT giám sát hệ số $\cos\phi$ và trạng thái đóng/cắt các cấp của tụ bù vào hệ thống. Tính mới của đề tài so với các nghiên cứu trước đây là trên giao diện của app vừa tạo, thông số của hệ thống điện (dòng điện, điện áp, công suất, hệ số $\cos\phi$...) và trạng thái đóng của các cấp tụ bù (để đạt được hệ số $\cos\phi$ mong muốn) được hiển thị.

Từ khóa: IoT, bù $\cos\phi$, giám sát.

1. GIỚI THIỆU

Song song với sự phát triển về kinh tế và xã hội của đất nước, ngành điện phải luôn đi đầu trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Sự phát triển nhanh chóng của các nhà máy, xí nghiệp, khu công nghiệp kéo theo nhu cầu về công suất phản kháng (Q) từ phụ tải tăng đột biến, đồng thời làm giảm hệ số công suất ($\cos\phi$) của hệ thống điện.

Do đó, hệ số công suất thấp tác động đáng kể đến các khía cạnh kinh tế, kỹ thuật của hệ thống điện, bao gồm việc giảm chất lượng điện năng (điện áp, tần số, dạng sóng), tăng tổn thất điện năng, tăng nhiệt độ dây dẫn (do dòng điện tăng cao) và tăng chi phí sử dụng năng lượng điện. Việc bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số $\cos\phi$ nhằm giảm thiểu các vấn đề trên được các cơ quan quản lý điện lực chú trọng. Cụ thể, hệ thống điện tại cơ sở thực hành số 5 Trường Đại học Công Thương TP. Hồ Chí Minh (31 Chế Lan Viên, P. Tây Thạnh, Q. Tân Phú, TP. Hồ Chí Minh) có hệ số $\cos\phi$ thấp theo cảnh báo của cơ quan điện lực địa phương. Nhà Trường cũng đã có giải pháp nâng cao hệ số $\cos\phi$ với thiết bị bù phổ biến hiện nay là tủ tụ bù.

Cùng với việc áp dụng rộng rãi Internet, các bộ vi xử lý đang dần thể hiện tính linh hoạt cao hơn. Vi xử lý được sử dụng chủ yếu trong cả hệ thống điều khiển công nghiệp và thiết bị điện tử dân dụng. Vai trò và chức năng then chốt của bộ vi xử lý đã mang lại nhiều lợi ích và tính năng đặc biệt cho các hệ thống điều khiển. Các nhà nghiên cứu liên tục phát triển hệ thống điều khiển, tận dụng bộ vi xử lý để tăng cường khả năng thay thế con người. Do đó, sự tiến bộ này thúc đẩy sự phát triển liên tục trong lĩnh vực vi xử lý để đáp ứng các yêu cầu điều khiển ngày càng phát triển. Để hợp lý hóa việc tích hợp phần cứng khi sử dụng bộ vi xử lý, các nhà nghiên cứu đã hợp nhất bộ vi xử lý, bộ nhớ và các thiết bị ngoại vi thành một con chip hợp nhất, thường được gọi là bộ vi điều khiển.

Việc tích hợp IoT vào tủ bù công suất phản kháng để giám sát hệ số $\cos\phi$ và theo dõi trạng thái của cấp tụ bù là vấn đề các tác giả quan tâm phát triển.

Với những lý do trên, các tác giả đã lựa chọn đề tài nghiên cứu khoa học “Ứng dụng IoT giám sát và bù hệ số công suất ($\cos\phi$) trong hệ thống điện tại xưởng thực hành điện”. Mục tiêu của đề tài là thiết

kế, thi công tủ bù công suất phản kháng 30 kVAr, có tích hợp IoT sử dụng trong xưởng thực hành điện. Các thông số của hệ thống điện (điện áp, dòng điện, tần số, công suất, $\cos\varphi$) cũng như trạng thái của các cấp tụ tụ đóng vào lưới tại khu vực lắp đặt tủ bù sẽ được theo dõi bằng các thiết bị như điện thoại thông minh (smartphone), PC.

2. TÍCH HỢP IOT VÀO TỦ BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG TẠI XƯỞNG ĐIỆN

2.1. Cơ sở lý thuyết

Xưởng thực hành điện trong cơ sở thực hành Trường Đại học Công Thương TP. Hồ Chí Minh tọa lạc tại địa chỉ 31 Chế Lan Viên, P. Tây Thạnh, Q. Tân Phú, Tp. HCM. Cơ sở này được sử dụng để giảng dạy thực hành cho Sinh viên của Khoa Công nghệ Điện-Điện tử.

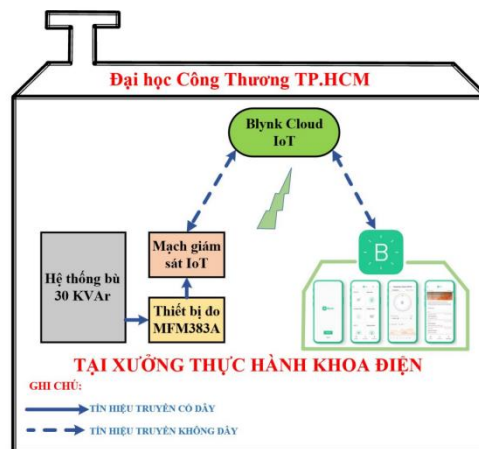
Trong các phòng thực hành của xưởng thực hành điện có rất nhiều thiết bị tiêu thụ điện: các máy công cụ, động cơ không đồng bộ ba pha, một pha. Ngoài ra, còn có hệ thống chiếu sáng (chủ yếu là đèn huỳnh quang), hệ thống lạnh (máy nén và quạt là các động cơ không đồng bộ một pha), hệ thống quạt thông gió... Đây là các thiết bị có hệ số công suất ($\cos\varphi$) thấp. Việc sử dụng đồng thời các thiết bị này gây ra hậu quả là hệ số $\cos\varphi$ thấp ngay tại tủ hạ áp của trạm biến áp phân phối ($\cos\varphi$ trung bình khoảng 0.5). Điều này dẫn đến dòng điện trong hệ thống tăng theo biểu thức:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3}U_{dm}\cos\varphi} \quad (1)$$

Việc gia tăng dòng điện làm việc trong hệ thống sẽ làm tăng chi phí sử dụng điện năng và gây sụt áp cho hệ thống điện lân cận. Cơ quan điện lực đã thông báo tình trạng này cho Nhà trường và yêu cầu Nhà Trường có giải pháp nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ cho hệ thống điện tại cơ sở này.

Vì vậy, nâng cao hệ số công suất là vấn đề bắt buộc đối với cơ sở thực hành. Kết hợp với xu hướng công nghệ trong thời đại 4.0, sử dụng IoT (Internet of Things) để theo dõi hệ số công suất và việc thực thi bù công suất phản kháng (của hệ thống tụ bù) là vấn đề đặt ra cho đề tài này.

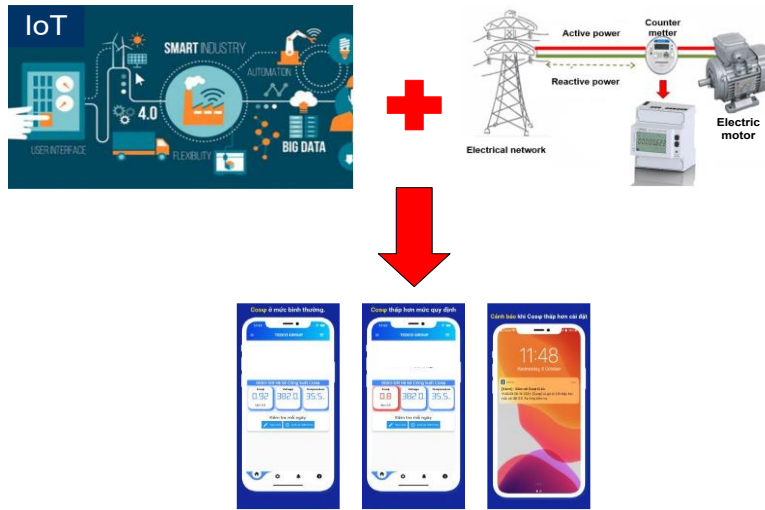
IoT đã được ứng dụng rộng rãi vào nhiều lĩnh vực trên thế giới và tại Việt Nam. Các lĩnh vực đã ứng dụng thành công IoT có thể được liệt kê như: công nghiệp công nghệ cao [1]; quan trắc khí tượng thủy văn, môi trường [2]; nhà thông minh [3], [4]; đô thị thông minh [5]; bệnh viện thông minh [6] ... Trong nghiên cứu này, các tác giả mong muốn giới thiệu một ứng dụng IoT đã được công bố trong lĩnh vực đo lường, giám sát hệ số công suất ($\cos\varphi$) cũng như ghi dữ liệu từ xa [7, 8, 9]. Đồng thời, các tác giả cũng đề xuất giải pháp xây dựng hệ thống ứng dụng IoT giám sát và bù hệ số $\cos\varphi$ cho hệ thống điện tại xưởng thực hành điện trên cơ sở kết nối các đường truyền thông không dây. Việc sử dụng IoT trong quản lý, giám sát hệ thống bù nhằm nâng hệ số $\cos\varphi$ trong hệ thống điện, giám sát thông số hệ thống bù thông qua hiển thị trên điện thoại hoặc PC, đồng thời thu thập dữ liệu từ xa dựa trên nền tảng IoT. Sơ đồ khối của hệ thống như Hình 1:



Hình 1. Sơ đồ quản lý hệ thống tại xưởng thực hành điện

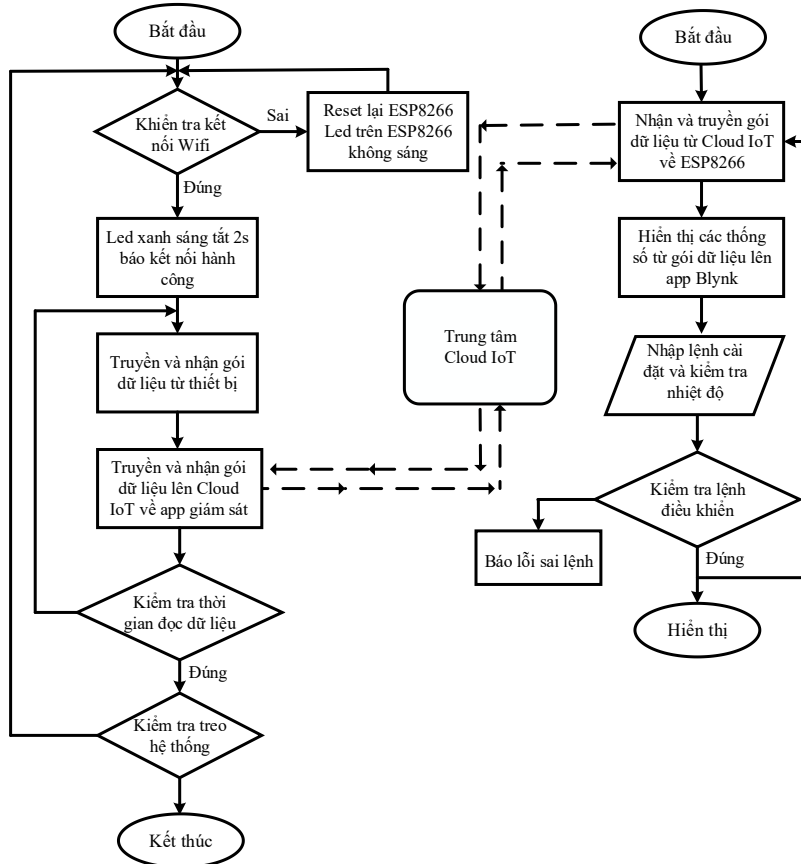
Đề tài này sẽ phát triển giải pháp sử dụng IoT và viết app trên điện thoại thông minh để vừa theo dõi hệ số công suất $\cos\varphi$, đưa ra các cảnh báo vừa theo dõi việc thực thi của tủ bù công suất phản kháng (các

cấp bù của tụ bù). Cụ thể: Tương ứng với một giá trị cosφ cụ thể sẽ có một cấp công suất phản kháng của tụ bù được đóng vào hệ thống điện (bù dọc hoặc bù ngang), quá trình này sẽ được thể hiện trên giao diện của app được cài đặt trên điện thoại thông minh hoặc PC của nhân viên phụ trách, như Hình 2 dưới đây:



Hình 2. Sơ đồ giám sát hệ số công suất (cosφ) tại xưởng thực hành điện

2.2. Lưu đồ giải thuật giám sát hệ số cosφ và trạng thái các cấp tụ bù



Hình 3. Lưu đồ giải thuật

Lưu đồ giải thuật giám sát hệ số cosφ và trạng thái các cấp tụ bù được trình bày trong Hình 3. Khi được cấp nguồn, vi điều khiển bắt đầu kết nối Wifi. Nếu không kết nối được, led xanh board mạch

không sáng. Ngược lại, vi điều khiển nhận được Wifi thì led xanh sáng 2 giây tắt 2 giây. Sau đó bắt đầu thực hiện các lệnh nhận truyền dữ liệu được đọc từ đồng hồ MFM383A (theo dõi thông số điện của hệ thống), cảm biến nhiệt độ (kiểm soát nhiệt độ trong tủ bù) và tín hiệu đóng/ cắt tiếp điểm contactor (trạng thái của tủ bù). Các dữ liệu vừa được lấy ở trên được đưa lên trung tâm Cloud IoT để đưa về app Blynk phục vụ cho việc giám sát. Hiện tại, app Blynk có thể giám sát qua điện thoại thông minh và PC. Trong quá trình đọc dữ liệu từ các thiết bị giao tiếp Modbus RS485, nếu thời gian lấy mẫu quá thời gian cài đặt để đọc thiết bị thì người vận hành reset lại địa chỉ của thiết bị đang ở trạng thái quá thời gian. Trong quá trình vận hành kết nối với Internet, việc đưa (truyền nhận) dữ liệu lên Cloud có vấn đề thì reset lại vi điều khiển cho kết nối lại Internet.

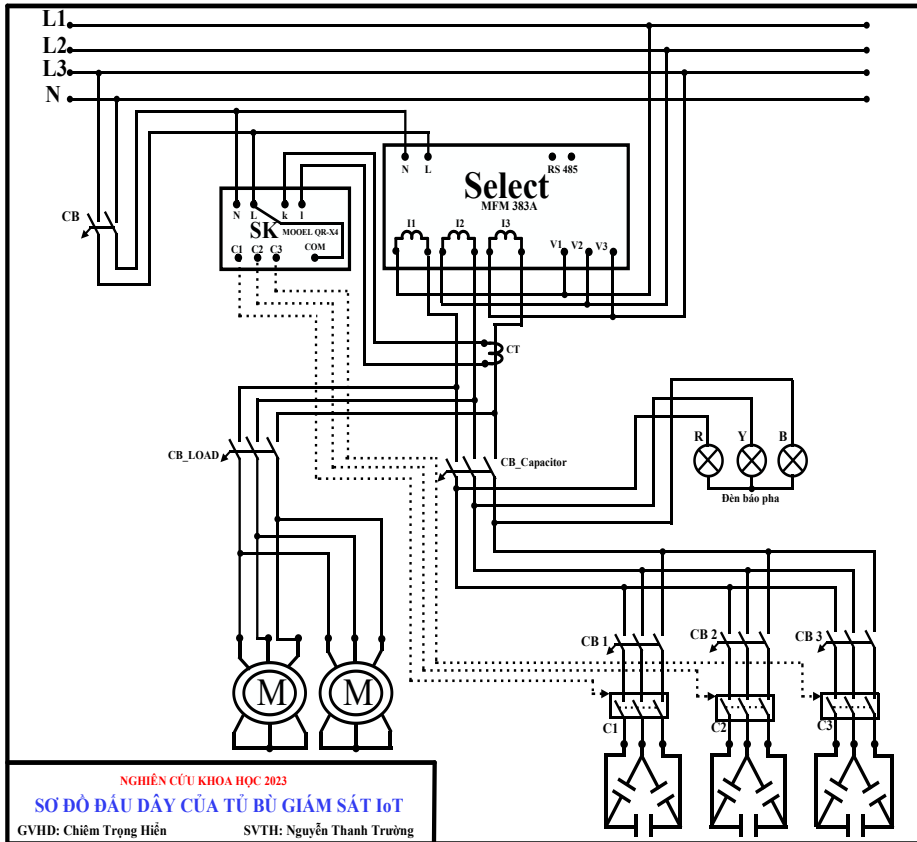
Với app giám sát, qui trình được thực hiện như sau: khi đưa dữ liệu lên trung tâm Cloud IoT và đưa về app Blynk để hiển thị, các thông số muốn gửi đi từ ESP8266 được đưa lên app để giám sát và nhập lệnh điều khiển (cài nhiệt độ, xem nhiệt độ, cài chế độ, xem chế độ). Khi đưa dữ liệu lên lại trung tâm Cloud IoT về vi điều khiển để chỉnh nhiệt độ và điều khiển đóng relay, nếu nhập lệnh sai thì hiển thị trên LCD ảo trên app.

3. THIẾT KẾ, THI CÔNG PHẦN CỨNG

3.1. Thiết kế, thi công tủ bù công suất phản kháng 30 kVAr

3.1.1. Sơ đồ tủ bù công suất phản kháng 30 kVAr

Hình 4 mô tả sơ đồ trên là sơ đồ nguyên lý tủ bù giám sát IoT, minh họa mạch điện điều khiển và giám sát hệ thống bù công suất phản kháng trong lưới điện hạ áp. Dưới đây là giải thích chi tiết các thành phần chính trong sơ đồ:



Hình 4. Sơ đồ kết nối thiết bị trong tủ bù

3.1.2. Thiết bị trong tủ bù công suất phản kháng 30 kVAr

Dưới đây là bảng liệt kê và hình ảnh các thiết bị sử dụng trong tủ bù. Các thiết bị này sẽ cấu thành mạch điều khiển và mạch động lực cho tủ bù công suất phản kháng có sử dụng IoT.

Bảng 1. Thiết bị trong tủ bù công suất phản kháng 30 kVAr

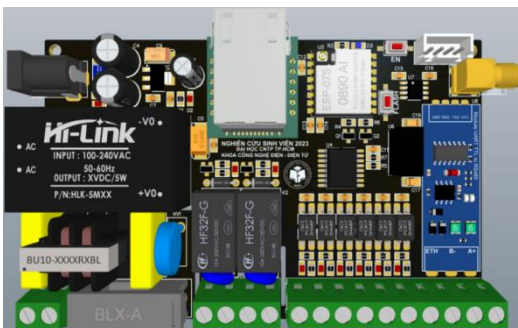
| STT | Tên thiết bị | Thông số | Số lượng |
|-----|---------------------|-------------------|----------|
| 1 | Cầu chì hộp | (300V-600V) – 32A | 03 |
| 2 | Bộ điều khiển tụ bù | SK QR-X4 | 01 |
| 3 | CB 4 cực | C40 | 01 |
| 4 | CB 3 cực | CHiNT NXB - C63 | 03 |
| 5 | CB 2 cực | Iskra - C10 | 01 |
| 6 | Nguồn 12V | 12V/5A | 01 |
| 7 | Contactơ | CHiNT NXC-22 | 03 |
| 8 | Đồng hồ đa năng | MFM383A có RS485 | 01 |
| 9 | Tụ bù | Himel-3P-10 kVAr | 03 |
| 10 | Biến dòng | 75A/5A | 01 |
| 11 | Đèn báo | 230VAC | 03 |



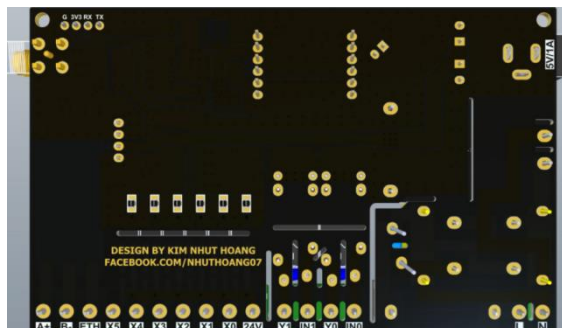
Hình 5. Thiết bị kết nối trong tủ bù

3.2. Thiết kế phần cứng IoT

Phần cứng IoT của đề tài được mô tả ở Hình 6 và Hình 7. Hình ảnh board mạch điều khiển tích hợp module ESP32 và các phần tử điều khiển công suất, dùng trong các ứng dụng giám sát và điều khiển thiết bị điện từ xa qua IoT. Dưới đây là mô tả các thành phần chính trên bo mạch:



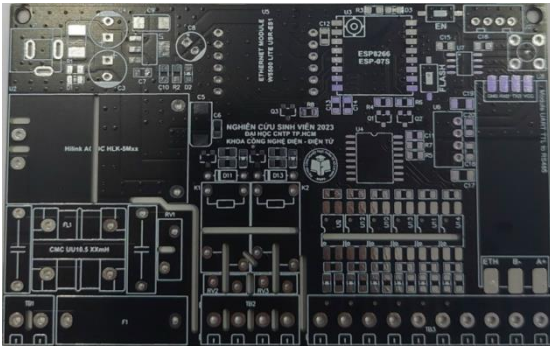
Hình 6. Mặt trước board mạch giám sát IoT



Hình 7. Mặt sau board mạch giám sát IoT

3.3. Thi công phần cứng IoT

Phần cứng (board mạch) IoT được thiết kế với kích thước nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt vào hệ thống tủ bù. Với điện áp nguồn vào dùng được điện áp AC và DC, nguồn được sử dụng các mạch lọc nhiễu cao tần để ổn định đồng thời thiết kế chống sét cho mạch. Mạch thiết kế với chống nhiễu rất cao sử dụng các IC chuyên dụng phục vụ cho việc truyền tín hiệu, ngăn chặn tín hiệu nhiễu. Mạch vận hành tốt trong môi trường nhiễu cao. Board mạch sử dụng các linh kiện có sẵn trên thị trường. Vì vậy, việc sửa chữa, thay thế linh kiện được tiến hành dễ dàng khi board mạch bị hư hỏng. Hình 8 và Hình 9 mô tả board mạch phần cứng trước và sau khi lắp linh kiện.



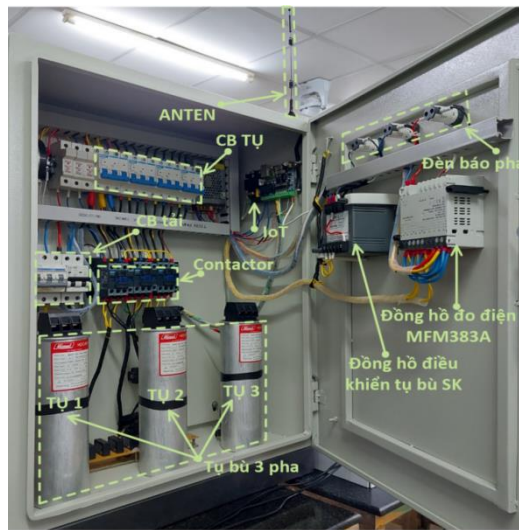
Hình 8. Board mạch khi chưa gia công linh kiện



Hình 9. Board mạch đã lắp linh kiện

3.4. Thi công tích hợp phần cứng IoT vào tủ bù

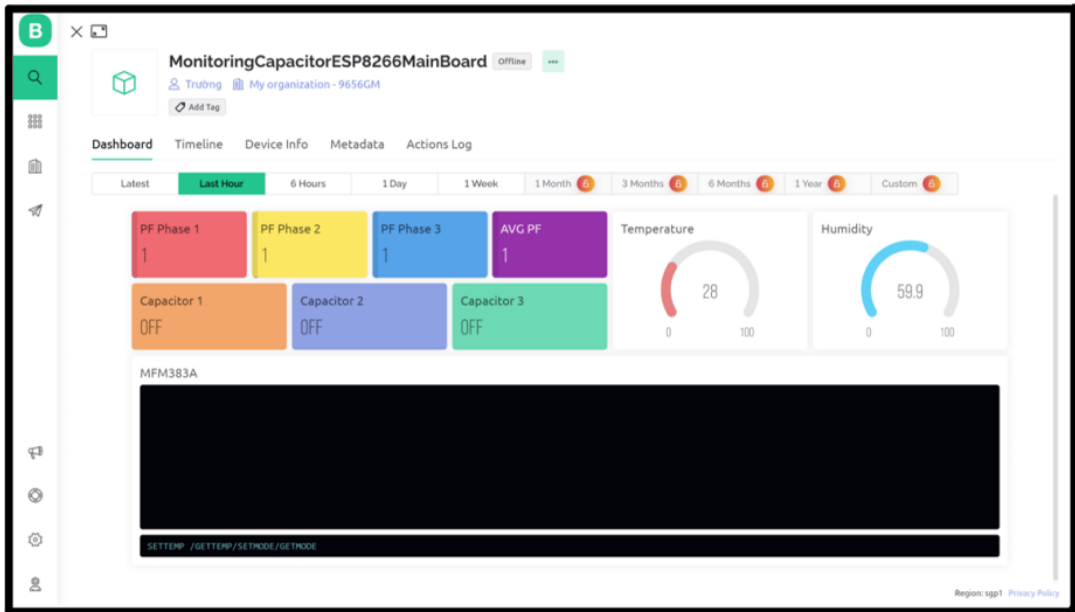
Sau khi thi công tủ bù công suất phản kháng, board mạch IoT được hành lắp vào tủ như Hình 10. Việc lắp board mạch IoT vào tủ phải được tiến hành trên cơ sở lựa chọn không gian và vị trí phù hợp, không làm ảnh hưởng đến các thiết bị điều khiển và động lực bên trong tủ.



Hình 10. Board IoT được tích hợp trong tủ bù

4. LẬP TRÌNH THIẾT KẾ GIAO DIỆN GIÁM SÁT TRÊN APP BLYNK

Khi tủ bù hoạt động, giao diện giám sát trên app Blynk của điện thoại thông minh (smartphone) hoặc PC sẽ theo dõi thông số cosφ của các pha cũng như thông số cosφ trung bình (PF Phase1, PF Phase2, PF Phase3, AVG PF). Dữ liệu về các thông số này được lấy từ đồng hồ đo MFM383A. Ngoài ra, giao diện theo dõi các cấp tụ bù thông qua các tiếp điểm thực của contactor hiển thị trên giao diện (Capacitor1, Capacitor2, Capacitor3). Các thông số của hệ thống điện tại vị trí đặt tủ bù (công suất tác dụng, công suất phản kháng, công suất biểu kiến, dòng điện, điện áp dây, điện áp pha, tần số) cũng được hiển thị trên giao diện màn hình giám sát (Hình 11). Các thông số như nhiệt độ và độ ẩm trong hệ thống bù (Temperature, Humidity) cũng được hiển thị như trên Hình 12.



Hình 11. Giao diện giám sát trên PC

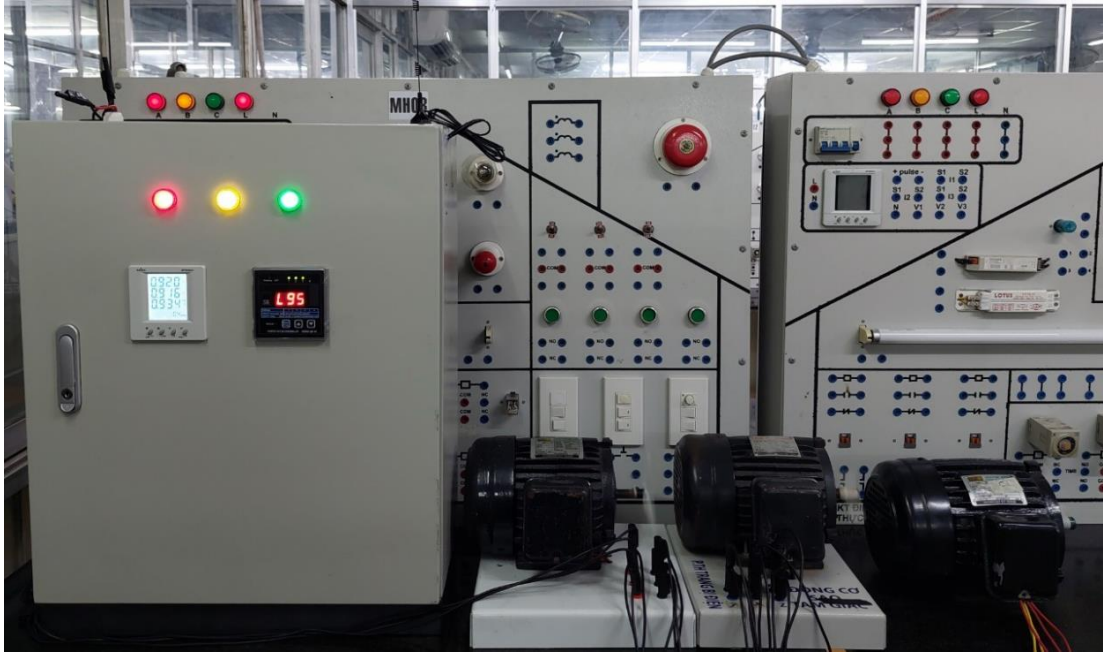


Hình 12. Giao diện giám sát trên điện thoại thông minh (smartphone)

5. KẾT QUẢ VẬN HÀNH

5.1. Vận hành tủ bù chưa sử dụng IOT

Hình 13 mô tả hệ thống vận hành với đối tượng là tủ bù và động cơ không đồng bộ 3 pha. Hệ thống vận hành kết hợp với hai thiết bị. Thiết bị 1 là đồng hồ điều khiển tủ bù có nhiệm vụ đóng/ngắt các cấp bù tự động. Thiết bị 2 là đồng hồ đa năng MFM383A đo thông số $\cos\phi$ (thiết bị đọc $\cos\phi$) đưa dữ liệu về vi điều khiển, từ đó đưa dữ liệu lên trung tâm cloud và giám sát.



Hình 13. Vận hành hệ thống chưa sử dụng IoT

Bảng 2. Thông số vận hành lần 1

| Cấp | Thông số (lấy số liệu thực tế đo ở pha C lần 1) | | | | | |
|-----------|---|-----------|------------|---------------|-----------|------------|
| | Đồng hồ MFM383A | | | Đồng hồ bù SK | | |
| | Điện áp | Dòng điện | Cos ϕ | Điện áp | Dòng điện | Cos ϕ |
| Chưa đóng | 246,5V | 1,076 A | 0,283 | 230,0 V | 1,066 A | 0,27 |
| | 226,4V | 1,100 A | 0,184 | | | |
| | 219,1V | 1,066 A | 0,307 | | | |
| Cấp 1 | 246,5V | 0,878 A | 0,341 | 230,5 V | 0,83 A | 0,33 |
| | 226,4V | 0,890 A | 0,248 | | | |
| | 219,7V | 0,869 A | 0,372 | | | |
| Cấp 2 | 246,6V | 0,413 A | 0,689 | 231,0 V | 0,37 A | 0,70 |
| | 226,8V | 0,408 A | 0,627 | | | |
| | 219,1V | 0,409 A | 0,727 | | | |
| Cấp 3 | 246,3V | 0,302 A | 0,930 | 231,5 V | 0,26 A | 0,96 |
| | 226,8V | 0,297 A | 0,916 | | | |
| | 221,6V | 0,302 A | 0,943 | | | |

Bảng 3. Thông số vận hành lần 2

| Cấp | Thông số (lấy số liệu thực tế đo ở pha C lần 1) | | | | | |
|-----------|---|-----------|-------|---------------|-----------|------|
| | Đồng hồ MFM383A | | | Đồng hồ bù SK | | |
| | Điện áp | Dòng điện | Cosφ | Điện áp | Dòng điện | Cosφ |
| Chưa đóng | 241,6V | 1,047 A | 0,276 | 225,0 V | 1,02 A | 0,28 |
| | 222,9V | 1,080 A | 0,197 | | | |
| | 216,7V | 1,052 A | 0,310 | | | |
| Cấp 1 | 241,9V | 0,855 A | 0,334 | 227,0 V | 0,83 A | 0,31 |
| | 223,3V | 0,871 A | 0,264 | | | |
| | 217,7V | 0,869 A | 0,373 | | | |
| Cấp 2 | 241,8V | 0,397 A | 0,683 | 229,0 V | 0,37 A | 0,69 |
| | 223,4V | 0,408 A | 0,652 | | | |
| | 218,5V | 0,419 A | 0,719 | | | |
| Cấp 3 | 242,2V | 0,283 A | 0,932 | 231,0 V | 0,28 A | 0,92 |
| | 223,7V | 0,302 A | 0,927 | | | |
| | 219,1V | 0,310 A | 0,932 | | | |

Bảng 4. Thông số vận hành lần 3

| Cấp | Thông số (lấy số liệu thực tế đo ở pha C lần 1) | | | | | |
|-----------|---|-----------|-------|---------------|-----------|------|
| | Đồng hồ MFM383A | | | Đồng hồ bù SK | | |
| | Điện áp | Dòng điện | Cosφ | Điện áp | Dòng điện | Cosφ |
| Chưa đóng | 241,0V | 1,053 A | 0,275 | 226,0 V | 1,103 A | 0,28 |
| | 222,8V | 1,073 A | 0,208 | | | |
| | 217,7V | 1,067 A | 0,310 | | | |
| Cấp 1 | 240,8V | 0,843 A | 0,336 | 227,0 V | 0,81 A | 0,32 |
| | 222,6V | 0,865 A | 0,271 | | | |
| | 217,3V | 0,861 A | 0,373 | | | |
| Cấp 2 | 240,8V | 0,388 A | 0,688 | 228,0 V | 0,37 A | 0,67 |
| | 226,8V | 0,399 A | 0,663 | | | |
| | 217,6V | 0,410 A | 0,721 | | | |
| Cấp 3 | 241,0V | 0,281 A | 0,935 | 230,0 V | 0,26 A | 0,93 |
| | 224,4V | 0,299 A | 0,933 | | | |
| | 218,1V | 0,306 A | 0,937 | | | |

Nhận xét: Qua các lần lấy kết quả trong quá trình vận hành thì số liệu cosφ thu thập từ hai thiết bị (đồng hồ đa năng MFM388A và đồng hồ điều khiển dung lượng bù SK) cho kết quả gần bằng nhau. Khi đóng tụ bù tới cấp 3 thì thông số cosφ gần bằng nhau nhất. Vì nguyên nhân đồng hồ điều khiển dung lượng bù (đồng hồ SK) được thiết kế với công suất lớn nhưng trong quá trình thực nghiệm được vận hành với công suất tải nhỏ nên số liệu cosφ chưa chính xác so với cấp 1 và cấp 2. Nếu hệ thống vận hành với tải thực tế thì hệ số cosφ đo được từ hai thiết bị sẽ bằng nhau.

5.2. Vận hành tủ bù sử dụng IoT

Yêu cầu vận hành: Hệ thống bù cosφ được vận hành qua 2 chế độ: chế độ điều khiển bằng tay và chế độ điều khiển tự động như trong Hình 14.



Hình 14. Vận hành hệ thống sử dụng IoT

Kết quả vận hành: hệ thống vận hành ổn định, các thông số như $\cos\phi$ hoặc trạng thái đóng/ cắt của tụ bù cũng như thông số điện của hệ thống được thu thập và giám sát chính xác bằng IoT thông qua điện thoại và PC. Các thông số hiển thị trên giao diện của app trên điện thoại hoặc trên PC trùng khớp với thông số của thiết bị đo (đồng hồ đa năng MFM383A). Các thông số rất ổn định, không bị nhiễu trong quá trình vận hành. Ngoài ra, thông số về nhiệt độ, độ ẩm cũng được giám sát thông qua cảm biến SHT20. Nếu nhiệt độ trong tủ cao hơn so với cài đặt, vi điều khiển đóng relay cấp nguồn cho quạt hoạt động điều hòa không khí làm mát tủ.

6. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày ứng dụng IoT giám sát và bù hệ số công suất ($\cos\phi$) trong hệ thống điện tại xưởng thực hành điện. Thông qua việc xây dựng hệ thống thực tế với board mạch phần cứng IoT tích hợp vào tủ bù công suất phản kháng 30 kVar được lắp đặt, đã chứng minh cơ sở lý thuyết và giải thuật trình bày là phù hợp. Thông số hệ số công suất ($\cos\phi$), các thông số của hệ thống điện (dòng điện, điện áp, công suất, tần số) cũng như trạng thái đóng/ cắt của tụ bù được hiển thị chính xác trên giao diện của app điện thoại thông minh (smartphone)/ PC. Việc này đã chứng minh sự linh hoạt của IoT trong giám sát từ xa thông số điện cũng như thuận tiện cho việc kiểm tra từ xa trạng thái của thiết bị tụ bù. Với những kết quả đã đạt được kể trên, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục phát triển mô hình đã thi công để nghiên cứu trong các lĩnh vực giám sát thông số bằng IoT qua Web cũng như cải tiến các giải thuật để tối ưu về vận hành, giảm tổn thất; nghiên cứu sửa lỗi hay nạp code từ xa cho hệ thống khi chuyển giao, nhân viên bảo trì không cần đến nơi vận hành giám chỉ phí; nghiên cứu mở rộng nhiều hệ thống IoT kết hợp với nhau giám sát cùng trên một trang giám sát app Blynk.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này do Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 256/HĐ-DCT ngày 15/11/2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Chí Nhân, Phạm Ngọc Tuấn, Nguyễn Huy Hoàng - Mạng cảm biến không dây ứng dụng cho nông nghiệp công nghệ cao. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - Khoa học Tự nhiên **3** (4) (2019), 259–270. <https://doi.org/10.32508/stdjns.v3i4.704>
2. Nguyễn Anh Tuấn, Lê Trung Thành, Nguyễn Đình Chinh, Nguyễn Thanh Hoàn, Nguyễn

- Thanh Trương - Thiết kế hệ thống IoTs dựa trên mạng cảm biến không dây Zigbee phục vụ quan trắc khí tượng thủy văn và môi trường. Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải **71** (6) (2020) 712-725. <https://doi.org/10.25073/tcsj.71.6.7>
3. Đặng Duy An - Một số công nghệ truyền thông trong mạng cảm biến không dây, ứng dụng vào xây dựng mô hình ngôi nhà thông minh, Luận văn thạc sỹ khoa học máy tính. Đại học công nghệ thông tin và truyền thông - Đại học Thái Nguyên (2013).
 4. Nguyễn Văn Thắng, Phạm Trung Minh, Nguyễn Cảnh Toàn, Nguyễn Trọng Đức - Ứng dụng Internet of things xây dựng ngôi nhà thông minh. Đại học Hàng hải Việt Nam (2016).
 5. Ứng dụng của Internet of Things cho đô thị thông minh và chất lượng cuộc sống. Hội nghị quốc tế (11/2015).
 6. Trần Văn Hội - Giải pháp quản lý bệnh viện thông minh, Hội thảo toàn cảnh CNTT Việt Nam lần thứ 21, Kỷ nguyên số trong chăm sóc sức khỏe (2016).
 7. Nghiên cứu gì về IoT. Báo điện tử Iotvietnam.vn (2015).
 8. Nahrstedt K., Li H., Nguyen P., Chang S., Vu L. - Internet of mobile things: Mobility-driven challenges, designs and implementations. IEEE First International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI) (2016) 25–36. <https://doi.org/10.1109/IoTDI.2015.41>
 9. Teddy Surya Gunawan., Muhamad Hadzir Anuar., Mira Kartiwi., Zuriati Janin. - Design of power factor meter using internet of things for power factor improvement, remote monitoring and data logging. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science **17** (2) (2020) 700-709. <http://doi.org/10.11591/ijeecs.v17.i2.pp700-709>

ABSTRACT

APPLICATION OF IoT TO SUPERVISE AND COMPENSATE POWER FACTOR ($\cos\phi$) IN THE ELECTRICAL SYSTEM AT THE ELECTRICAL PRACTICE WORKSHOP

Nguyen Thanh Truong, Chiem Trong Hien*

Ho Chi Minh City University of Industry and Trade

*Email: hienct@huit.edu.vn

This paper discusses the application of IoT (Internet of Things) in monitoring and managing the power factor ($\cos\phi$) of electrical systems. The integration of IoT technology with power factor management by embedding an IoT circuit into the capacitor compensation panel brings significant benefits in terms of performance and electrical energy savings. Starting from an existing low-voltage electrical system with a low power factor, and leveraging the spatial advantages of IoT, the authors have developed a system to monitor the power factor via a smartphone (or personal computer) application. This system provides alerts and tracks the switching status of capacitor banks integrated into the power system to raise the power factor to the desired value. Using an experimental method, power factor and working current parameters are used to calculate the required compensation capacity. The authors developed code to create an application that uses IoT to monitor the power factor and the switching status of capacitor bank stages. The novelty of the study compared to previous research lies in the app interface: it simultaneously displays the system's electrical parameters (current, voltage, power, power factor, etc.) and the switching status of the capacitor stages needed to achieve the target power factor.

Keywords: IoT, $\cos\phi$ compensation, monitoring.