

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ THIẾT BỊ GIÁM SÁT ĐIỆN ÁP, DÒNG ĐIỆN ĐA NĂNG

RESEARCHING AND DESIGNING MULTI-FUNCTIONAL VOLTAGE AND CURRENT MONITORING DEVICE

ĐOÀN HỮU KHÁNH*

HOÀNG ĐỨC TUẤN, ĐINH ANH TUẤN

Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: khanhvima@gmail.com

Tóm tắt

Bài báo này trình bày việc nghiên cứu, thiết kế một thiết bị giám sát dòng điện và điện áp đa chức năng. Với thiết bị này, dòng điện và điện áp từ nguồn cấp đến phụ tải sẽ được giám sát và kiểm tra liên tục theo thời gian thực. Khi có sự cố xảy ra, chủ yếu các lỗi do chất lượng điện năng không đảm bảo như mất pha, điện áp cao, điện áp thấp, tần số cao, tần số thấp, ... thiết bị sẽ phát đi các tín hiệu báo động để báo cho người sử dụng biết. Điều này đảm bảo cho các thiết bị sẽ được làm việc với chất lượng điện năng tốt, hạn chế tối đa những ảnh hưởng mà chất lượng điện năng kém mang lại như các thiết bị sẽ làm việc với hiệu suất thấp, tuổi thọ của thiết bị giảm, ...

Từ khóa: Thiết bị giám sát dòng điện và điện áp đa chức năng, chất lượng điện năng.

Abstract

This paper presents the research and design of a multi-functional current and voltage monitoring device. With this device, the current and voltage from the power supply to the loads will be monitored and checked continuously in real time. When problems occur, mainly errors due to power quality are not guaranteed such as phase loss, high voltage, low voltage, high frequency, low frequency, ... the device will broadcast alarm signals to inform the users. This ensures that devices will be working with high power quality, minimize the effects that poor power quality brings as devices will work with low efficiency, longevity of equipment reduced, ...

Keywords: Multi-functional voltage and current monitoring device, power quality.

1. Đặt vấn đề

Hiện tượng mất pha, suy giảm điện áp, tần số, ... là những sự cố thường xuyên xảy ra trong công nghiệp cũng như trên tàu thủy. Khi các phụ tải đang hoạt động mà xảy ra sự cố thuộc về chất lượng nguồn điện này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng làm việc bình thường của thiết bị, giảm tuổi thọ, ... hơn nữa nó còn có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng đến sản phẩm, hàng hóa và con người [2].

Hiện nay, trên thị trường có tương đối nhiều các thiết bị bảo vệ mất pha và cảnh báo điện áp thấp. Tuy nhiên, hầu hết các thiết bị này chỉ đơn thuần là các thiết bị bảo vệ mất pha hoặc cảnh báo điện áp thấp chứ không tích hợp chung vào một thiết bị duy nhất. Nếu có tích hợp vào một thiết bị duy nhất thì các tính năng chỉnh định, cài đặt hay báo động bảo vệ cũng rất hạn chế, khó đáp ứng được trong các trường hợp đòi hỏi cao.

Với các nguyên nhân trên, việc nghiên cứu, thiết kế một thiết bị cảnh báo báo động điện áp và dòng điện đa chức năng có nhiều cài đặt và có khả năng tùy biến cao có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Giới thiệu chung về các thiết bị giám sát dòng điện và điện áp

Hình 1, 2 là 2 rơle thông dụng điển hình trên thị trường hiện nay. Hình 3 là sơ đồ khối của chúng.



Hình 1. Rơle bảo vệ mất pha, quá áp 600VPR của SELEC



Hình 2. Rơle bảo vệ mất pha, mất cân bằng điện áp PMR-44

Đầu vào của các thiết bị này là điện áp nguồn cần kiểm tra giám sát. Tín hiệu điện áp sẽ được đo và kiểm tra, khi xảy ra mất pha hay điện áp nguồn cao hoặc thấp hơn ngưỡng cài đặt thì sẽ có tín hiệu cảnh báo, báo động ra một đầu ra chung.

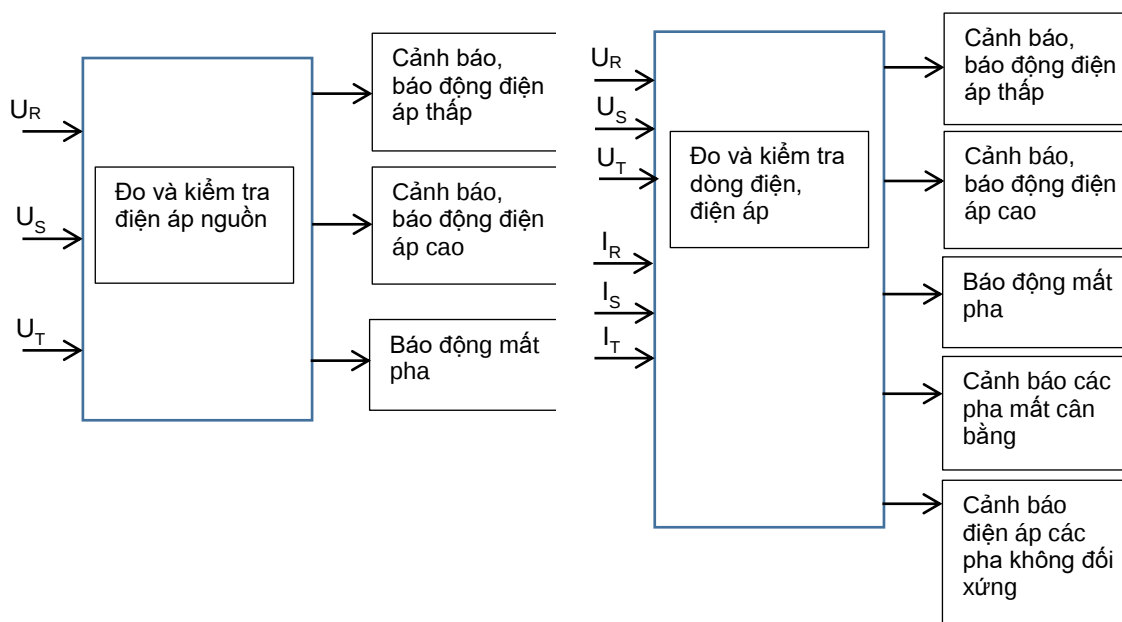
Các thiết bị này có các ưu điểm như sau:

- Kích thước gọn nhẹ, đơn giản;
- Làm việc ổn định, tin cậy;
- Giá thành không quá cao.

Tuy nhiên, nhược điểm của chúng là:

- Các thông số chỉ báo, báo động còn ít;
- Khả năng cài đặt, tinh chỉnh hạn chế.

Để giải quyết được các nhược điểm nêu trên, đề tài đề xuất thiết kế một thiết bị có cấu trúc chung như Hình 4.



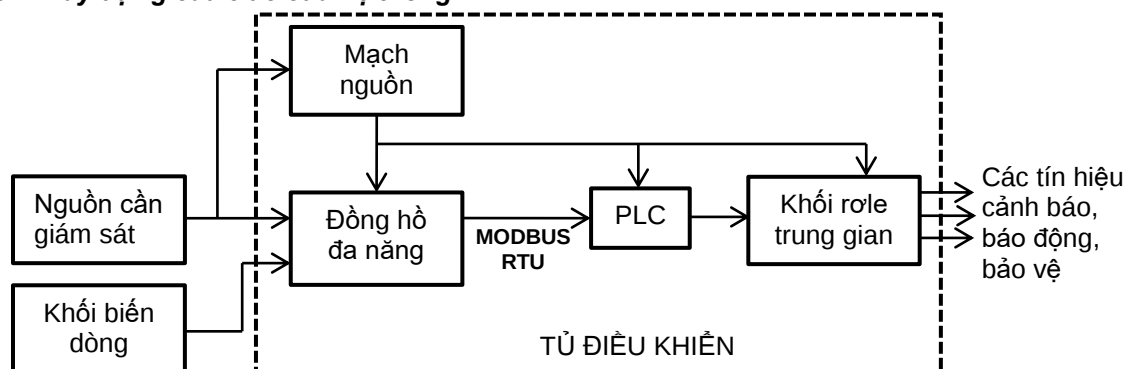
Hình 3. Cấu trúc chung của các thiết bị trên thị trường hiện nay

Hình 4. Cấu trúc chung của thiết bị đề xuất

Với cấu trúc hệ thống mới đề xuất, ngoài các tính năng như cảnh báo điện áp thấp hoặc cao, tần số thấp hoặc cao, báo động mất pha, hệ thống có khả năng đưa ra các cảnh báo như cảnh báo mất cân bằng trong các pha, điện áp giữa các pha không đối xứng,... Điều này giúp nâng cao chất lượng trong việc giám sát, điều khiển các hệ thống trong công nghiệp cũng như dưới tàu thủy.

3. Xây dựng, thiết kế thiết bị giám sát dòng điện và điện áp đa chức năng

3.1. Xây dựng cấu trúc của hệ thống



Hình 5. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống

Hình 5 trên là sơ đồ cấu trúc của hệ thống đề xuất bao gồm các khối chính có chức năng như sau:

- Nguồn cần giám sát: cấp tín hiệu điện áp nguồn đưa tới tủ điều khiển;
- Khối biến dòng: lấy tín hiệu dòng điện tải ở các pha đưa về tủ điều khiển [3];

- Đồng hồ đa năng: thiết bị này có đầu vào là điện áp và dòng điện 3 pha (hỗ trợ cả hệ thống 3 pha 3 dây hoặc 3 pha 4 dây). Thiết bị này có một màn hình led hiển thị các thông số giúp người dùng có thể quan sát được dòng, áp trong các pha và các thông số khác như hệ số cos phi, tần số. Ngoài ra đồng hồ đa năng còn có 1 cổng RS485 hỗ trợ truyền thông MODBUS RTU để kết nối với các thiết bị khác trong công nghiệp như PLC, PC,...[4]

- PLC: vi xử lý trung tâm PLC truyền thông với đồng hồ đa năng qua cáp RS485. Từ đây PLC sẽ lấy các tín hiệu dòng điện và điện áp pha về để xử lý. Theo chương trình được lập trình sẽ đưa ra những cảnh báo, báo động tác động vào các rơle tương ứng để gửi ra đầu ra [1].

- Khối rơ le trung gian: được điều khiển bởi đầu ra của PLC. Tiếp điểm của các rơle sẽ được gửi đi cảnh báo, báo động ra mạch ngoài [3].

- Mạch nguồn: có tác dụng biến đổi nguồn xoay chiều 3 pha thành nguồn 1 chiều 24VDC. Bất kể trong trường hợp mất 1 trong 3 pha thì bộ nguồn này vẫn phải đảm bảo cấp nguồn 24VDC cho các thiết bị khác bên trong tủ.

Sau khi xây dựng được sơ đồ cấu trúc cho hệ thống, nhóm tác giả tiến hành thiết kế tủ điều khiển trung tâm và tủ thử chức năng để thử hệ thống.

3.2. Thiết kế tủ điều khiển trung tâm và tủ thử chức năng

Để thử các chức năng của tủ điều khiển trung tâm, ngoài xây dựng 01 tủ điều khiển trung tâm, nhóm tác giả còn xây dựng 01 tủ thử chức năng để thử 02 chức năng chính của hệ thống đó là tính năng bảo động mất pha và cảnh báo điện áp thấp.

Tủ điều khiển trung tâm được định hướng thiết kế theo tiêu chuẩn công nghiệp tàu thủy. Các thiết bị được chọn lựa để sử dụng trong tủ đều là các thiết bị chuẩn công nghiệp đã được áp dụng phổ biến dưới tàu thủy.

3.2.1. Lựa chọn các thiết bị phần cứng

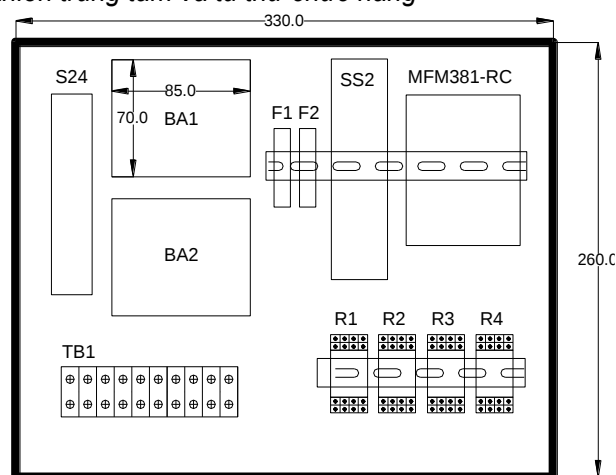
Bảng 3.1. Tủ điều khiển trung tâm

STT	Tên thiết bị	SL
1	Đồng hồ đa năng MF384	1c
2	PLC Delta DVP-SS2	1c
3	Bộ AC-DC Converter 5A	1c
4	Cầu chì	2c
5	Máy biến áp 380-220V 100VA	2c
6	Rơle trung gian	4c
7	Các thiết bị khác: cầu đấu, dây,...	
8	Tủ điều khiển 330x260mm	1c

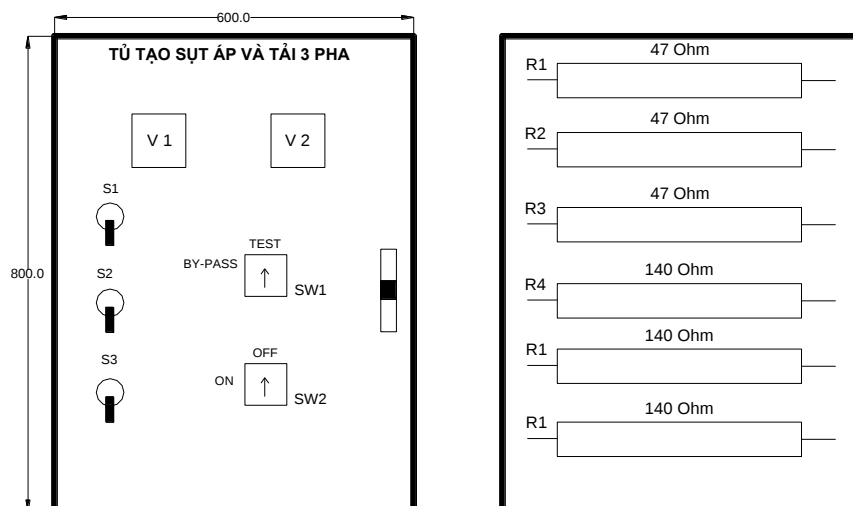
Bảng 3.2. Tủ thử chức năng

STT	Tên thiết bị	SL
1	Điện trở công suất 47 Ohm	3c
2	Điện trở công suất 140 Ohm	3c
3	Quạt làm mát	1c
4	Máy biến áp 380V-220V 30VA	1c
5	Công tắc xoay 20A	2c
6	Công tắc xoay 5A	3c
7	Các thiết bị khác: cầu đấu, dây,...	
8	Tủ thử kích thước 600x400mm	1c

3.2.2. Thiết kế tủ điều khiển trung tâm và tủ thử chức năng

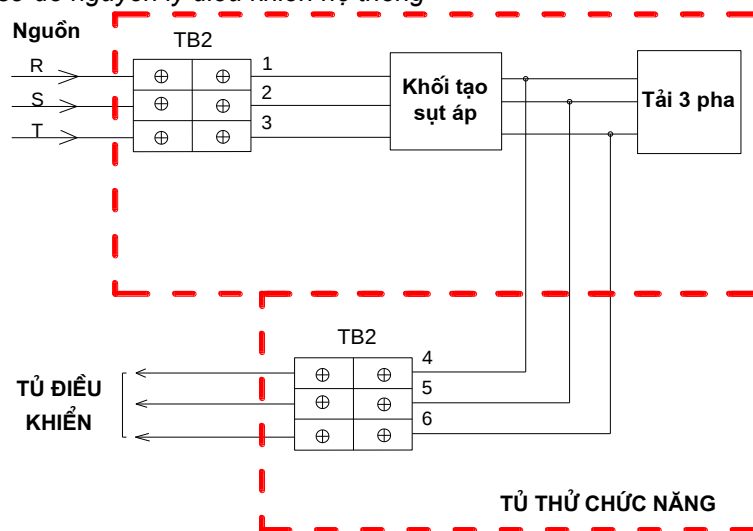


Hình 6. Bố trí thiết bị bên trong tủ điều khiển chức năng

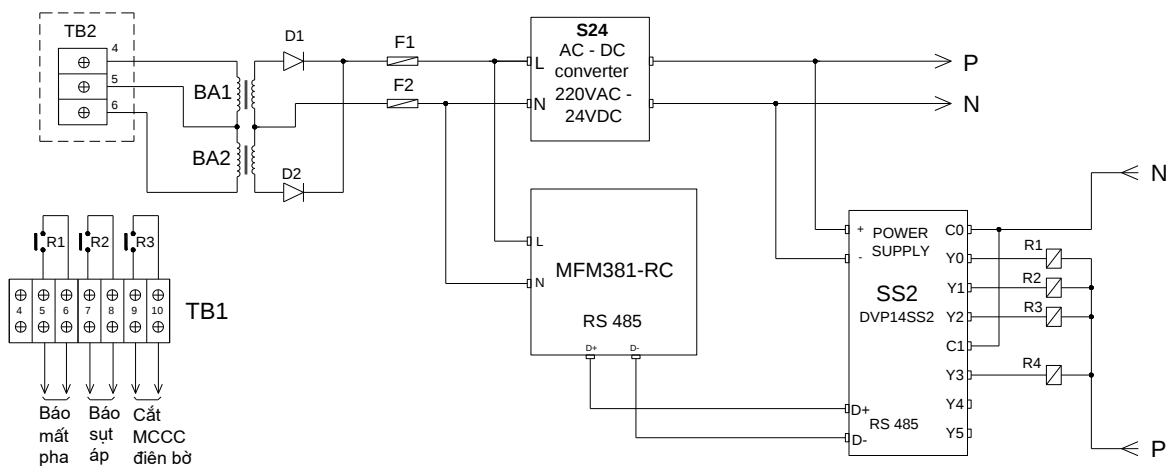


Hình 7. Bố trí thiết bị bên ngoài và trong tủ thử chức năng

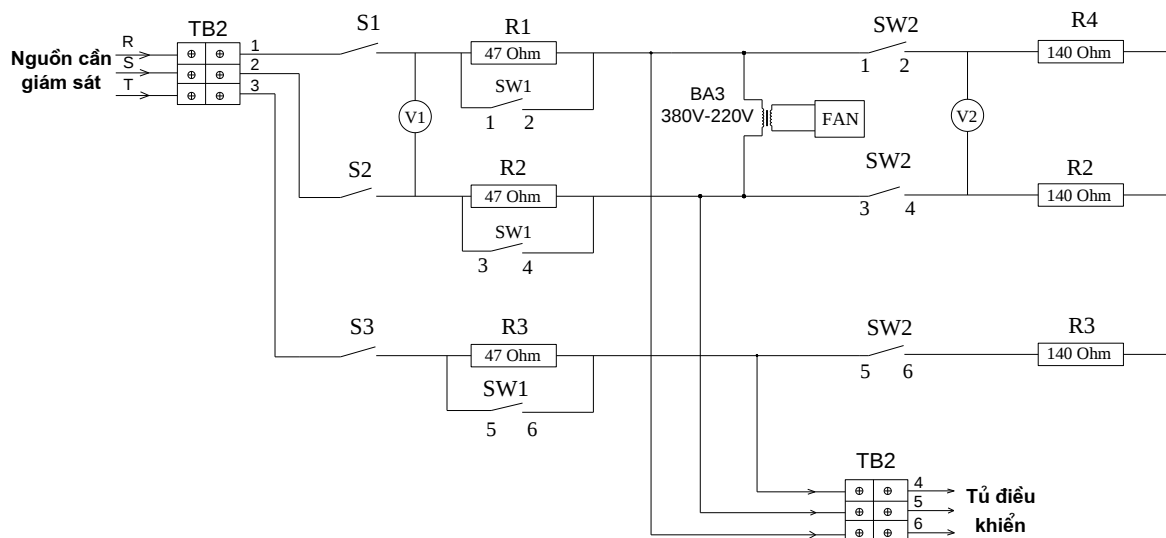
3.2.3. Xây dựng sơ đồ nguyên lý điều khiển hệ thống



Hình 8. Sơ đồ nối dây ngoài



Hình 9. Sơ đồ nguyên lý tủ điều khiển trung tâm



Hình 10. Sơ đồ nguyên lý tủ thử chức năng

3.2.4. Đấu nối tủ điều khiển trung tâm và tủ thử chức năng



Hình 11. Bên ngoài tủ thử chức năng



Hình 12. Bên trong tủ thử chức năng



Hình 13. Bên trong tủ điều khiển trung tâm

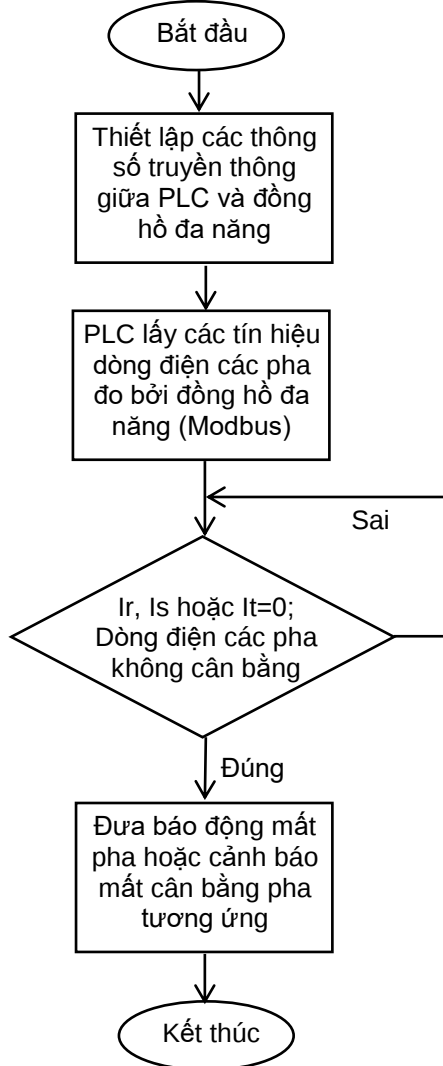


Hình 14. Tủ biến dòng

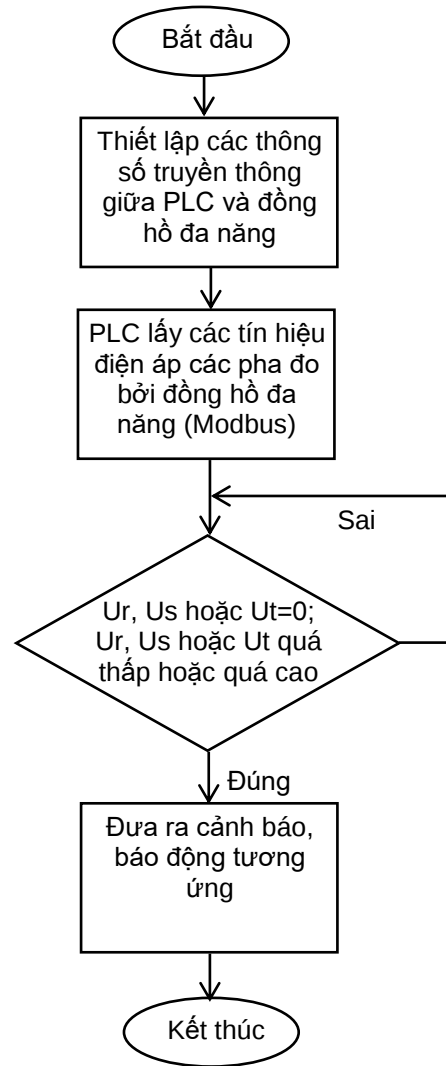
Sau khi thiết kế xong sơ đồ nguyên lý, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đấu nối tủ điều khiển trung tâm và tủ thử chức năng. Hình 11 và 12 là hình ảnh bên ngoài và bên trong của tủ thử chức năng sau khi đã xây dựng. Hình 13 và 14 là bên trong tủ điều khiển và tủ biến dòng để lấy tín hiệu dòng điện của tải.

4. Xây dựng thuật toán và phần mềm điều khiển

4.1. Xây dựng thuật toán điều khiển



Hình 15. Thuật toán cảnh báo, báo động khi gặp các lỗi về dòng điện



Hình 16. Thuật toán cảnh báo, báo động khi gặp các lỗi về điện áp

Có 2 thuật toán chính được xây dựng với tủ điều khiển trung tâm. Các tín hiệu dòng điện và điện áp được đọc về khối xử lý tâm PLC từ đồng hồ đa năng. Từ đây, các tín hiệu dòng điện, điện áp này sẽ được so sánh với nhau và so sánh với các tín hiệu chuẩn. Khi có các vấn đề bất thường với điện áp, dòng điện, hay lỗi pha,... sẽ được lập trình gửi tín hiệu ra đầu ra role của PLC để gửi đi báo động ra mạch ngoài.

Sau khi đã xây dựng được thuật toán điều khiển. Nhóm tác giả đã tiến hành xây dựng phần mềm điều khiển trên phần mềm WPLsoft 2.41 của hãng Delta.

4.2. Thử nghiệm hệ thống

Sau khi xây dựng xong phần mềm cho tủ điều khiển trung tâm. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành dùng tủ thử chức năng để thử nghiệm 02 chức năng chính của tủ điều khiển trung tâm đó là tính năng cảnh báo điện áp nguồn thấp và tính năng báo động mất pha. (Tủ thử chức năng chỉ xây dựng để thử 02 tính năng chính này).

Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động tốt ở cả 2 trường hợp đó là điện áp thấp và mất một pha bất kỳ, đáp ứng đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật đặt ra.



Hình 17. Thử nghiệm hoạt động của hệ thống

5. Kết luận

Với việc đề xuất và thiết kế thành công tủ báo động nhiều chức năng sẽ là cơ sở để đưa thiết bị áp dụng rộng rãi trong tương lai.

Tủ điều khiển được thử nghiệm hoạt động tốt với tất cả các tính năng so với các yêu cầu đặt ra. Các thông số giám sát, báo động vô cùng đa dạng so với các thiết bị khác hiện có trên thị trường hiện nay.

Trong thời gian tới nhóm nghiên cứu sẽ thử tất cả các tính năng khác của tủ điều khiển để làm cơ sở để thương mại hóa sản phẩm, áp dụng trong công nghiệp hoặc dưới tàu thủy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đinh Anh Tuấn, *Hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu SCADA*, NXB Hàng hải, 2017.
- [2] Trần Đình Long, Nguyễn Sỹ Chương, Lê Văn Doanh, Bạch Quốc Khánh, Hoàng Hữu Thiện, Phùng Anh Tuấn, Đinh Thành Việt, *Sách tra cứu về chất lượng điện năng*, NXB Bách khoa Hà Nội, 2013.
- [3] Nguyễn Tiến Tôn, Phạm Văn Chới, Bùi Hữu Tín, *Khí cụ điện*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2004.
- [4] Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Trọng Quế, Nguyễn Văn Hòa, Nguyễn Thị Ván, *Kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lý*, NXB Giáo dục, 2004.

Ngày nhận bài:	04/03/2019
Ngày nhận bản sửa:	21/03/2019
Ngày duyệt đăng:	26/03/2019