

THỰC NGHIỆM BỘ CHUYỂN PHA TỰ ĐỘNG SỬ DỤNG TRIAC

AN EXPERIMENTAL RESEARCH ON AUTOMATIC PHASE TRANSFER DEVICES WITH TRIACS

Phạm Thị Hương Sen
Trường Đại học Điện lực

Tóm tắt:

Với nguồn điện xoay chiều ba pha thường hay xảy ra hiện tượng mất cân bằng giữa các pha, nên việc tự động san phụ tải giữa các pha với nhau khi xảy ra quá tải là thực sự cần thiết. Để thực hiện việc chuyển pha hiệu quả cần một bộ điều khiển chuyển pha tự động với thời gian đóng cắt là ngắn nhất cho thể, đảm bảo việc cấp điện liên tục tới người sử dụng điện. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế bộ chuyển pha tự động nhằm thực hiện quá trình chuyển pha nhanh và chính xác.

Từ khóa:

Bộ chuyển pha, cân bằng pha, triac, PLC.

Abstract:

Phase unbalance occurs in 3-phase AC power supply. Therefore, it is necessary to transfer loads automatically in phases. As a result, we will need automatic transfer devices to ensure continuous power supply to customers. This article presents research results and designs of automatic phase transfer devices for fast and accurate phase switching process.

Keywords:

Phase transfer devices; Phase balance; TRIAC; PLC.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong truyền tải và phân phối lưới điện, ngoài yếu tố an toàn thì vấn đề tải giữa các pha có cân bằng không cũng rất được quan tâm và cần giải quyết.

Các thiết bị như cầu dao, attomat, contactor hiện vẫn đang là các thiết bị

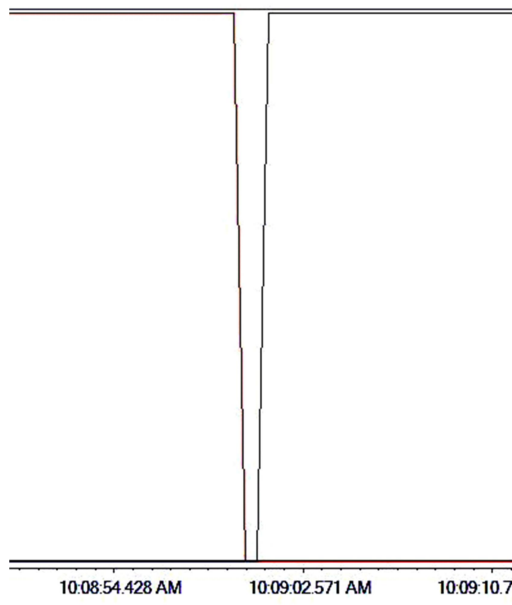
chính được sử dụng trong hệ thống cấp điện. Các thiết bị này dễ sử dụng, làm việc tin cậy, tuy nhiên thời gian đóng ngắt không thể “tức thì” vì độ trễ khi tác động cơ khí. Ngày nay công nghệ phát triển, đã có nhiều thiết bị mới sử dụng linh kiện bán dẫn để giảm thời gian tác động đóng cắt. Các thiết bị chuyển pha cũng được nghiên cứu chế tạo nhiều. Trong quá trình giảng dạy và nghiên cứu,

Ngày nhận bài: 18/12/2014; Ngày chấp nhận:
04/2/2015; Phản biện: TS Võ Huy Hoàn.

tác giả đã tiến hành thiết kế, thử nghiệm mô hình quá trình chuyển pha sử dụng thiết bị contactor và triac, có điều khiển và giám sát trên máy tính.

2. THÍ NGHIỆM VỚI CONTACTOR

Contactor được sử dụng ở hầu hết các nhu cầu đóng cắt. Vậy thời gian đóng ngắt thực có thể nhanh đến mức nào.



Hình 1. Thời điểm chuyển giao giữa hai contactor

Bỏ qua thời gian trễ phía phụ tải, thì thời gian để ngắt và bật lại của contactor mất khoảng 500 ms đến 1 s chưa kể thời gian tác động của Switch chuyển mạch. Thời gian tác động này không ảnh hưởng nhiều đến các thiết bị dân dụng thông thường nhưng có ảnh hưởng xấu đến nhiều loại máy móc, gây mất điện gián

đoạn khi thực hiện chuyển pha. Hình 1 là kết quả kiểm tra khi sử dụng hai contactor để chuyển pha.

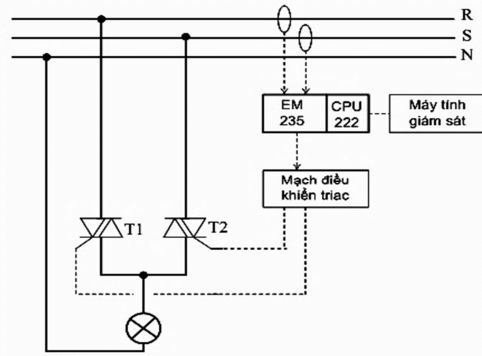
3. QUÁ TRÌNH THỰC NGHIỆM VỚI TRIAC

Sự mất cân bằng pha thường xuyên xảy ra trên lưới điện phân phối, vì vậy việc chuyển đổi phụ tải giữa các pha nhằm loại bỏ trạng thái mất cân bằng là thực sự cần thiết.

Để thực hiện việc chuyển đổi phụ tải giữa các pha, thay vì dùng contactor sẽ dùng hai triac BT137 của hãng Philips Semiconductor.

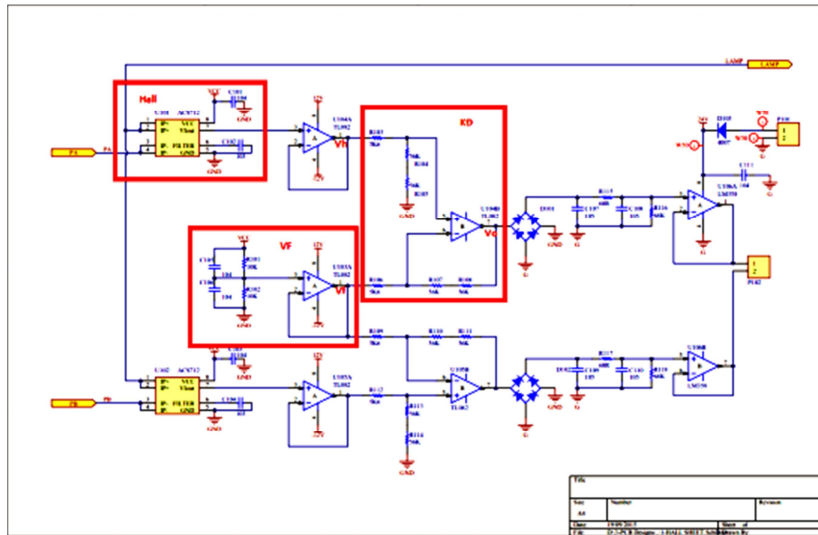
Điện lưới tần số 50 Hz tương đương thời gian cho phép gián đoạn nhỏ hơn 20 ms thì được xem như không gây mất điện. Triac BT137 có thời gian mở khoảng 2 μ s, có thể thực hiện việc mở hoàn toàn hoặc đóng hoàn toàn gần như tức thời theo lệnh từ bộ điều khiển. Bộ điều khiển PLC S7-200 CPU222, làm nhiệm vụ nhận tín hiệu đo, xử lý thuật toán và đưa tín hiệu điều khiển tới mạch điều khiển triac. Cổng AI nhận tín hiệu từ mạch đo dòng. Cổng AO xuất tín hiệu điều khiển mở triac. Thời gian xử lý của PLC trong bài toán này là 10 ms. Khi đó tính cả trễ do các phụ kiện, thời gian chuyển đổi của các pha là khoảng 15-18 ms, nhỏ hơn thời gian của một chu kỳ lưới điện, có thể thực hiện việc chuyển pha một cách liên tục và không gây mất điện cho phía phụ tải.

Nguyên lý chuyển phụ tải giữa các pha được thực hiện dựa trên việc so sánh độ lệch dòng điện pha. Tiến hành thử nghiệm việc tự động chuyển pha cho phụ tải, tác giả đã xây dựng mô hình để thực hiện thuật toán điều khiển như sau: tín hiệu đo dòng điện trên các pha R, S đưa về bộ điều khiển PLC sẽ là căn cứ để quyết định triac T1 hoặc T2 đóng. Nếu hiệu dòng điện trên pha R và S nhỏ hơn ngưỡng cho phép đặt trước thì T1 thông, đóng tải vào pha R. Ngược lại nếu hiệu dòng điện trên pha R và S lớn hơn ngưỡng cho phép đặt trước thì T2 thông, đóng tải vào pha như hình 2.



Hình 2. Mô hình thử nghiệm chuyển pha dùng triac

Đo dòng điện của các pha sử dụng IC cảm biến dòng ACS 712 như hình 3, thiết kế gồm các khối:



Hình 3. Mạch đo dòng

Khối cảm biến Hall: để chuyển dòng điện thành điện áp theo tỷ lệ 100 mV/A. Khi đầu vào dòng là 0A thì điện áp đầu ra là $V_{cc}/2$. Như vậy nếu đầu vào biến đổi từ $-I1$ đến $+I2$ A thì đầu ra sẽ biến đổi thành điện áp có giá trị từ $(-0.1 \times I1 + V_{cc}/2)$ đến $(0.1 \times I2 + V_{cc}/2)$ mV. Kí hiệu

điện áp đầu ra của khối cảm biến Hall là V_h (mV).

Khối VF: Là khối tạo điện áp chuẩn đầu ra bằng $V_{cc}/2$. Kí hiệu điện áp đầu ra của khối tạo điện áp chuẩn là V_f (mV).

Khối khuếch đại vi sai: thực hiện phép

trừ điện áp 2 đầu vào. Kí hiệu điện áp đầu ra của khối này là V_o .

$$V_o = (V_h - V_f) \times ((56 + 56) / 5.6) \\ = (V_h - V_f) \times 20 \quad (1)$$

Trong đó: giá trị 56 và 5.6 là giá trị điện trở trong mạch, đơn vị k Ω .

$$V_h = V_{cc} / 2 + 0.1 \times I \quad (2)$$

Với I là giá trị dòng điện chạy qua cảm biến, đơn vị A.

$$V_f = V_{cc} / 2 \quad (3)$$

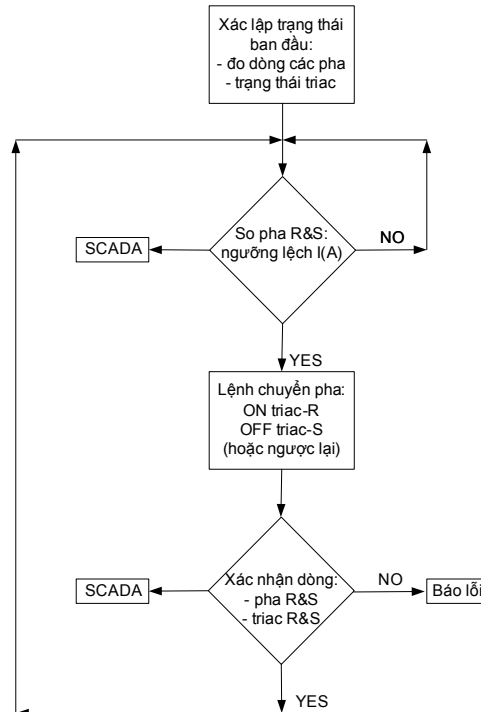
Từ (1), (2), (3), có:

$$V_o = (V_{cc} / 2 + 0.1 \times I - V_{cc} / 2) \times 20 \\ = 0.1 \times I \times 20 \text{ (V)} \quad (4)$$

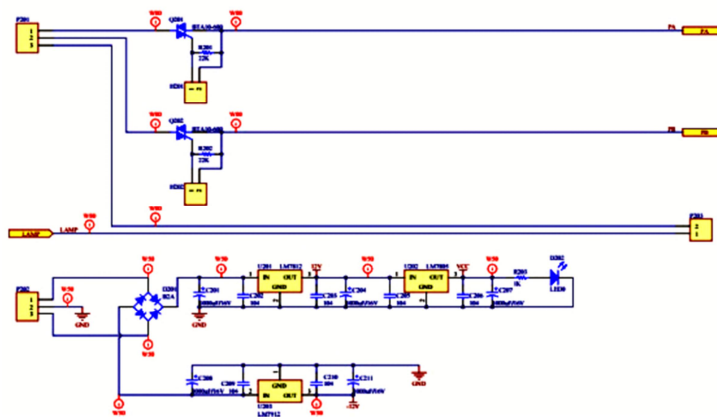
Như vậy từ dòng điện đầu vào qua cảm biến Hall, có giá trị từ 0~ I (A) thành điện áp đầu ra V_o có giá trị từ 0~ $0.1 \times I \times 20$, tức là điện áp dương để đưa vào module đầu vào Analog EM235 của bộ điều khiển PLC.

Lưu đồ thuật toán điều khiển trong bộ PLC thể hiện trong hình 4.

PLC thực hiện chương trình theo chu kỳ vòng quét, khi có sự chênh lệch dòng điện giữa hai pha vượt ngưỡng cho phép sẽ đưa tín hiệu tới công ra tương tự tới mạch đệm để điều khiển đóng, cắt các triac.



Hình 4. Lưu đồ thuật toán điều khiển



Hình 5. Sơ đồ mạch đệm từ PLC ra triac

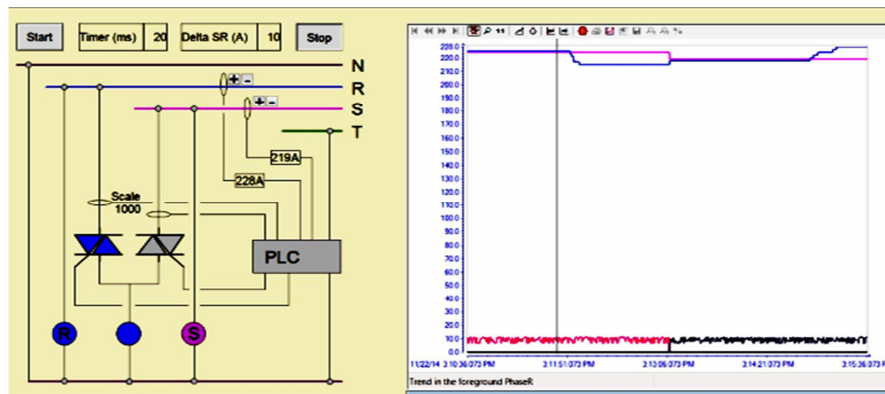
Quá trình thí nghiệm sử dụng phụ tải chuyển pha là bóng đèn thuần trở 40 W, điều khiển triac mở hoàn toàn.

4. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

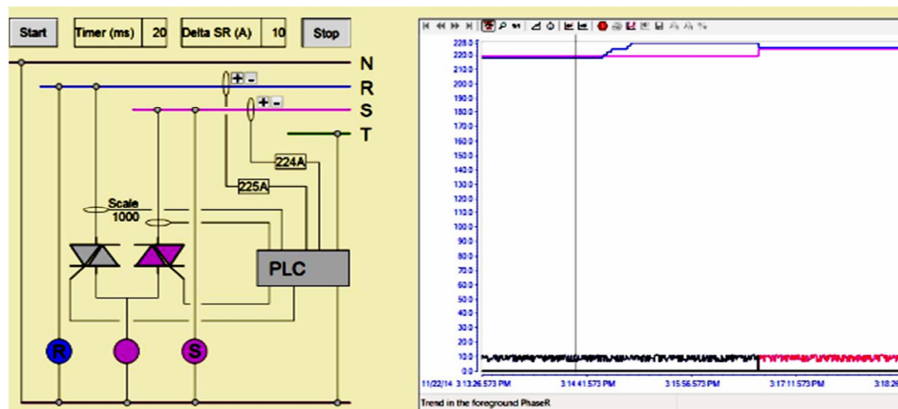
Phần mềm để viết chương trình điều khiển và thiết kế giao diện giám sát là phần mềm MicroWin chạy trên PLC S7-200, CPU222, và phần mềm giao diện điều khiển và giám sát WinCC của Siemens. Trên phần mềm giám sát có thể quan sát trạng thái và thời điểm đóng/cắt của các triac, có thể dễ dàng thay đổi ngưỡng lệch dòng cho phép của các pha.

Tiến hành các thử nghiệm trên mô hình đã thiết kế như sau: từ giao diện giám sát trên máy tính, đặt ngưỡng chênh lệch dòng điện cho phép giữa hai pha S và R là 10A. Phụ tải ban đầu đóng vào pha R, khi pha R quá tải sẽ tự động chuyển sang pha S.

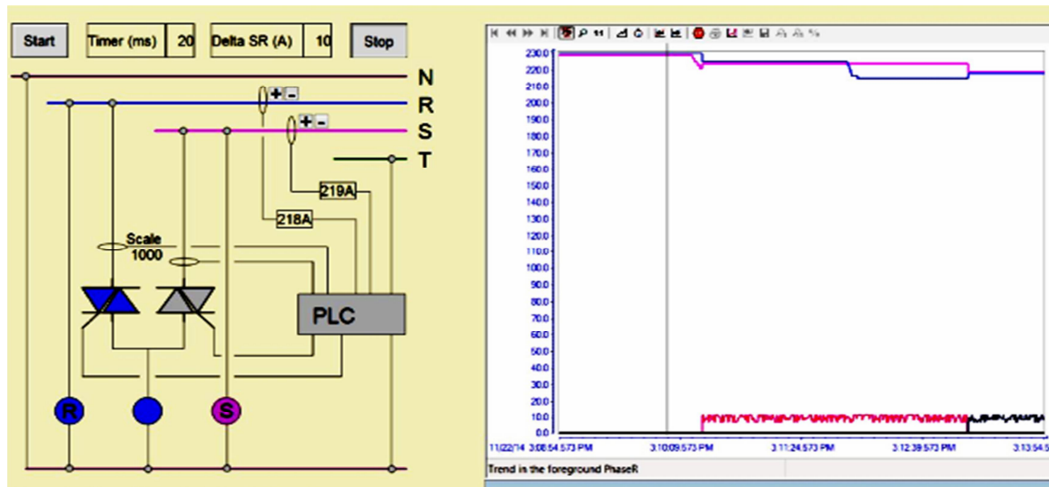
Thử nghiệm thứ nhất: quan sát màn hình giao diện vận hành, thí nghiệm khi tín hiệu đo dòng của phase R là 228 A, tín hiệu đo dòng của pha S là 219 A, chênh lệch dòng giữa hai pha đang là 9 A, vẫn nằm trong ngưỡng cho phép. Triac trên pha R thông, triac trên pha S khóa, phụ tải đang đóng vào phase R như hình 6.



Hình 6. Thử nghiệm chạy phase R trong điều kiện bình thường



Hình 7. Quá trình chuyển pha R sang pha S



Hình 8. Quá trình chuyển ngược lại từ pha S sang pha R

Thử nghiệm thứ hai: tăng phụ tải pha R thêm 2 A, phụ tải pha S giữ nguyên, độ lệch dòng giữa hai pha là 11 A, vượt ngưỡng lệch pha cho phép, xảy ra việc chuyển cụm tải 5 A từ pha R sang pha S trong vòng 12 ms: triac của pha R ngắt, triac của pha S thông như hình 7. Khi đó tải của pha R giảm đi 5 A sẽ còn 225 A, tải pha S tăng thêm 5 A là 224 A. Quá trình chuyển pha xảy ra trong thời gian rất ngắn, không gây gián đoạn việc cấp nguồn cho phụ tải.

Thử nghiệm thứ ba: giảm phụ tải pha R bớt đi 10 A xuống còn 215 A, phụ tải pha S vẫn giữ nguyên 224 A, độ lệch pha là A, vẫn nằm trong ngưỡng lệch phase cho phép, việc chuyển pha không xảy ra.

Tiếp tục giảm tải của pha R thêm 2 A nữa, khi đó tải của pha S lớn hơn phase R là 11 A, lúc này lại xảy ra quá trình chuyển pha ngược lại: triac của pha S ngắt, triac của pha R thông, chuyển cụm tải 5 A từ pha S trở lại pha R, quá trình

chuyển pha rất nhanh, tải vẫn được cấp nguồn liên tục.

Quá trình thí nghiệm mô hình chuyển pha được tiến hành kiểm tra với các mức thay đổi của phụ tải để so sánh với khoảng lệch pha cho phép là 10 A, thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Bảng kết quả thử nghiệm quá trình chuyển phụ tải giữa hai pha

Tải pha R(A)	Tải pha S(A)	Độ lệch pha (A)	Triac tác động
228	219	9	T ₁
230	219	11	T ₂
225	224	1	T ₂
215	224	9	T ₂
213	224	11	T ₁
218	219	1	T ₁

5. KẾT LUẬN

Như vậy với việc sử dụng triac thay cho Contactor trên mô hình thực nghiệm cho thấy, việc chuyển pha xảy ra nhanh và chính xác, trong khoảng thời gian 10 ms.

Khi có sự mất cân bằng giữa các pha vượt quá ngưỡng cho phép đã đặt trước, lập tức bộ điều khiển sẽ tự động tác động chuyển pha mà không gây mất điện, đảm bảo cho phía phụ tải được cấp nguồn liên tục.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phan Xuân Minh, Nguyễn Doãn Phước, "Tự động hóa với SIMATIC S7 - 200", Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [2] Võ Minh Chính, Phạm Quốc Hải, Trần Trọng Minh, "Điện tử công suất"; Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [3] Lê Văn Doanh, Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Văn Hoà, Võ Thạch Sơn, Đào Văn Tân, Các loại cảm biến trong đo lường và điều khiển; Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [4] Hoàng Minh Công, "Cảm biến công nghiệp", Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [5] Catalog của các hãng Siemens, Philips Semiconductors, National Semiconductors...

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Phạm Thị Hương Sen tốt nghiệp Đại học Khoa Điện, chuyên ngành Điều khiển tự động - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2003.

Năm 2007, tốt nghiệp Thạc sỹ chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Từ năm 2003 đến nay là giảng viên Khoa Công nghệ Tự động - Trường Đại học Điện lực.

