

# BẢO VỆ MẮT PHA CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA THEO NGUYÊN TẮC MẮT XUNG DÒNG

**Đinh Văn Thắng**

*Trường Đại học Mỏ - Địa chất*  
Email: dinhvanthang@hmg.edu.vn

## TÓM TẮT

Các bảo vệ mất pha cho động cơ điện không đồng bộ ba pha hiện nay thường sử dụng phương pháp đo dòng điện của từng pha qua các biến dòng cấp cho 2 hoặc 3 rơ le điện tử với các tiếp điểm của nó mắc nối tiếp trong mạch điều khiển của động cơ nhằm ngắt nguồn cấp điện cho động cơ khi sự cố. Nhược điểm của các rơ le bảo vệ mất pha này là làm việc không tin cậy khi biên độ tín hiệu dòng điện của các pha biến thiên trong một phạm vi rộng. Nội dung bài báo này trình bày phương án xây dựng một dạng thiết bị bảo vệ mất pha theo nguyên tắc xung thay thế cho các bảo vệ trên với ưu điểm tác động tin cậy và có thể dùng được cho nhiều loại động cơ có công suất khác nhau.

**Từ khóa:** mất pha, bảo vệ mất pha, mất xung

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Động cơ điện ba pha khi hoạt động bình thường cần cấp nguồn điện ba pha đối xứng. Trong các sự cố bất bình thường của động cơ ba pha, có thể có các dạng như mất một pha, quá tải, chạm chập một số vòng dây của một pha hay chạm chập vòng dây của hai pha phác nhau... Khi mất một pha lúc động cơ đang hoạt động, động cơ sẽ phát ra tiếng ồn và phát nóng có thể dẫn đến hỏng hóc không mong muốn. Vì thế, để đảm bảo cho các loại động cơ không đồng bộ ba pha công suất lớn người ta thường lắp thiết bị bảo vệ mất pha cho nó.

Bảo vệ mất pha cho các động cơ không đồng bộ ba pha hiện nay có rất nhiều dạng khác nhau dựa theo nguyên lý tác động của nó là điện áp pha hay dòng điện pha. Để thực hiện điều này có thể dùng rơ le dòng điện hay rơ le điện áp với tiếp điểm của nó được cài vào mạch điều khiển động cơ.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Cơ sở phương pháp luận

Khi xảy ra sự cố mất pha với động cơ điện ba pha đang hoạt động (mất pha từ hệ thống cấp điện hay do mất tiếp xúc tiếp điểm khởi động từ), động cơ ba pha sẽ chuyển sang làm việc ở chế độ một pha với điện áp dây (Ud). Dù dây quấn stato của động cơ nối sao hay tam giác, các dấu hiệu có thể nhận biết gồm:

- Mất đối xứng điện áp của các pha;
- Mất tín hiệu dòng điện pha của một trong các pha;
- Dòng điện trong các pha còn lại tăng lên cao hơn bình thường;
- Có tiếng ồn cao hơn bình thường;
- Vô động cơ sau thời gian ngắn sẽ tăng nhiệt độ trên mức bình thường.

Các dạng bảo vệ mất pha cho động cơ điện không đồng bộ ba pha hiện nay thường sử dụng phương pháp đo dòng điện của từng dây pha qua máy biến dòng. Tín hiệu này được cấp cho 2 hoặc 3 rơ le điện tử với các tiếp điểm của nó mắc nối tiếp với mạch điều khiển chính của động cơ nhằm ngắt nguồn cấp điện cho động cơ khi sự cố. Nhược điểm của các rơ le bảo vệ mất pha này là làm việc không tin cậy khi biên độ tín hiệu dòng điện các dây pha biến thiên trong một phạm vi rộng (khi khởi động không tải và khi có tải).

Khi nghiên cứu hiện tượng mất pha với động cơ không đồng bộ ba pha, có thể đưa ra nhận xét như sau:

- Khi chưa mất pha trong mạch điện cấp cho động cơ, tại biến dòng điện trên các pha luôn có tín hiệu điện áp dạng sin với biên độ biến động theo tải trên trục động cơ;
- Nếu mất một pha cấp điện cho động cơ, tại



pha ấy tín hiệu lấy ra từ máy biến dòng luôn bằng 0, hai biến dòng còn lại vẫn có tín hiệu dạng sin;

- Khi biến đổi tín hiệu dòng điện sin từ cửa ra của máy biến dòng dùng trigger Smith, ta sẽ nhận được chuỗi các xung vuông liên tiếp với độ rộng 50% và tần số là 50Hz;

- Sử dụng mạch điện tử phát hiện xung bị mất trong một loạt chuỗi xung qua nó có thể xây dựng được mạch điện cho rơ le bảo vệ mất pha theo nguyên tắc xung.

## 2.2. Xây dựng mạch bảo vệ mất pha cho động cơ điện không đồng bộ ba pha theo nguyên tắc mất xung dòng điện

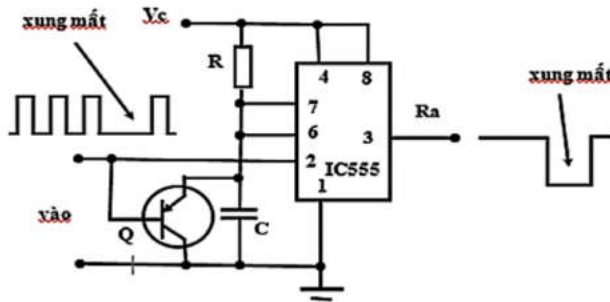
### 2.2.1. Mạch phát hiện xung bị mất trong chuỗi các xung

Mạch được xây dựng trên cơ sở từ mạch định thời đa năng hoạt động ở chế độ đa hài đơn ổn (mạch một xung – one-short) [1, 2]. Nguyên lý hoạt động của mạch được khởi động lại liên tục bởi các chuỗi xung vào liên tiếp. Nếu trong chuỗi xung liên tiếp cách đều nhau bị mất hay trễ đi một khoảng thời gian nhất định thì quá trình khởi

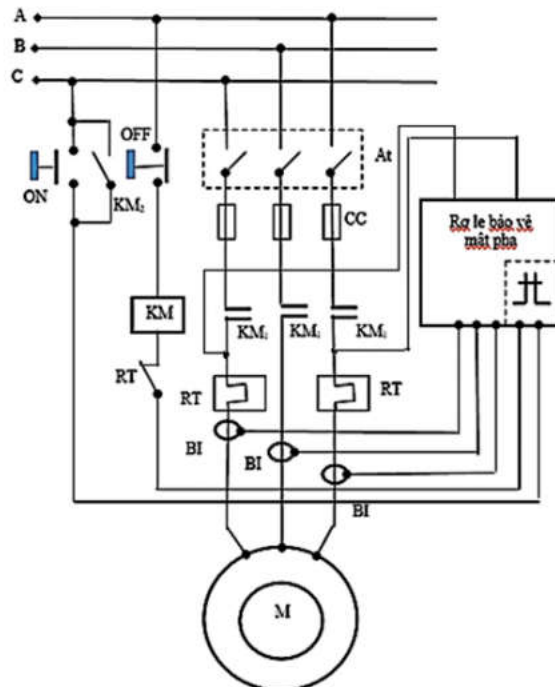
động lại mạch một xung bị cản trở. Quá trình nạp điện cho tụ điện C được duy trì tiếp tục cho đến khi vượt ngưỡng  $2/3$  điện áp nguồn  $V_c$  làm cho cửa ra chân 3 của IC 555 lên mức 1. Kết quả cho ra trạng thái xác nhận có hơn một xung vào của mạch bị mất. Sơ đồ này có thể được ứng dụng vào kiểm tra tính liên tục của các xung xuất hiện ở cửa vào của nó. Mạch phát hiện xung bị mất sử dụng vi mạch điện tử đa năng NE555 được mô tả trên Hình H.1.

### 2.2.2. Sơ đồ nguyên lý chung của mạch bảo vệ mất pha cho động cơ không đồng bộ ba pha

Hình H.2 trình bày sơ đồ nguyên lý chung mạch lực của bảo vệ mất pha cho động cơ không đồng bộ ba pha. Tín hiệu dòng điện các dây pha cấp cho động cơ được lấy ra trên ba máy biến dòng BI. Các máy biến dòng được lắp sau khởi động từ của mạch lực. Mạch cấp nguồn cho khởi động từ được cài tiếp điểm thường đóng của rơ le bảo vệ mất pha. Khi có sự cố mất pha, tiếp điểm của rơ le bảo vệ mất pha sẽ ngắt nguồn cấp cho khởi động từ, vì thế động cơ được ngắt khỏi lưới điện (chức năng bảo vệ).



H.1. Mạch phát hiện xung bị mất



H.2 Sơ đồ nguyên lý mạch bảo vệ mất pha theo nguyên lý phát hiện xung bị mất

**2.2.3. Xây dựng sơ đồ nguyên lý mạch rơ le bảo vệ mất pha theo nguyên tắc xung**

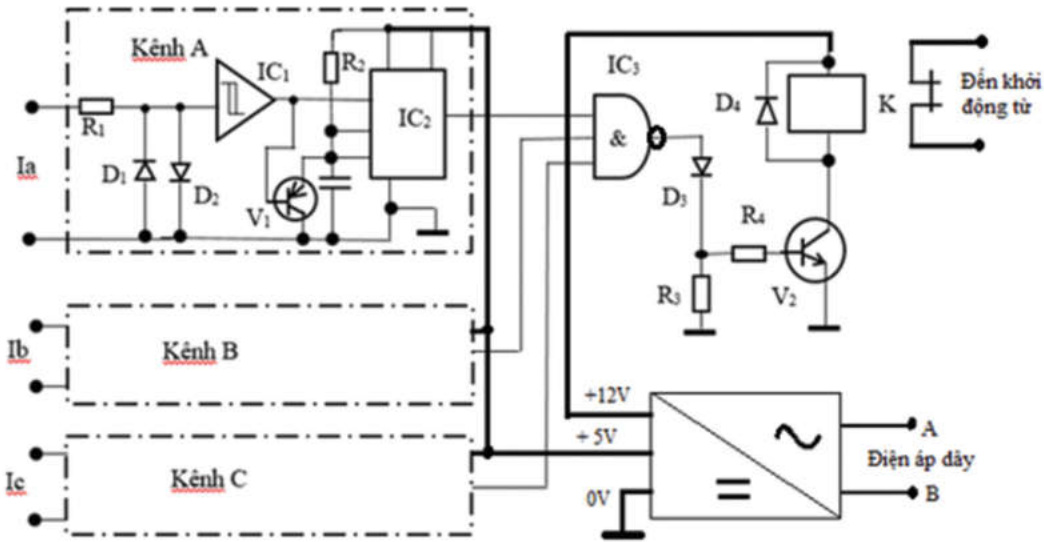
Từ sơ đồ khối chức năng, sử dụng các linh kiện điện tử phù hợp ta có thể hiện thực hóa sơ đồ nguyên lý mạch điện tử của rơ le như Hình H.3.

Nguyên lý hoạt động của rơ le bảo vệ mất pha theo nguyên tắc xung như sau:

Khi chưa ấn nút khởi động động cơ không đồng bộ ba pha, rơ le bảo vệ mất pha chưa được cấp điện, vì thế tiếp điểm thường đóng của nó cho phép mạch khởi động động cơ sẵn sàng hoạt động.

Khi khởi động động cơ, ở chế độ bình thường,

cả ba pha nối với mạch điện stator của động cơ. Dòng điện đi qua các dây pha tạo ra các xung tín hiệu ở đầu vào ba bộ phát hiện xung bị mất. Các xung này tồn tại liên tục với tần số 50 Hz. Kết quả là đầu ra của cả ba bộ phát hiện xung bị mất luôn ở mức logic cao (mức 1). Ba tín hiệu ra có mức logic 1 này được cấp tới cửa vào của cổng logic VÀ-ĐẢO (NAND). Với tính chất của cổng VÀ-ĐẢO, cửa ra của nó chỉ nhận mức logic 0 (mức thấp) khi cả ba đầu vào bằng 1, còn lại là mức logic 1. Như vậy rơ le bảo vệ mất pha không tác động bảo vệ.



H.3. Sơ đồ nguyên lý mạch điện tử của rơ le bảo vệ mất pha

Khi một pha nào đó bị mất (sự cố) một trong ba khối phát hiện xung bị mất sẽ chuyển xuống mức thấp (mức logic 0). Lúc này cửa ra của phần tử logic VÀ-ĐẢO sẽ chuyển lên mức logic 1. Đầu vào của Transistor V2 được cấp tín hiệu điều khiển đến cực Bazơ, nó chuyển sang trạng thái dẫn. Rơ le điện tử K được cấp điện, tiếp điểm thường đóng của nó mở ra. Mạch điều khiển khởi động từ bị ngắt (bảo vệ mất pha tác động).

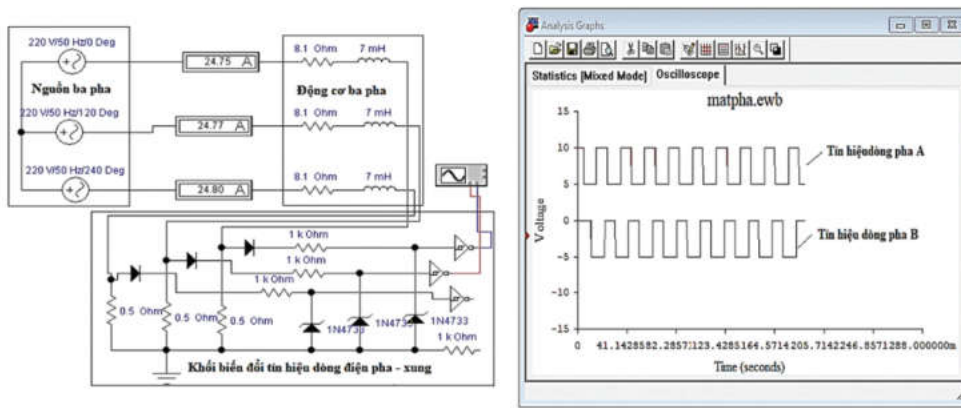
**2.2.4 Mô phỏng mạch bảo vệ mất pha cho động cơ điện không đồng bộ ba pha theo nguyên tắc mất xung dòng điện**

Sử dụng phần mềm tin học thông dụng Electronics Workbench 5.12 để tiến hành mô phỏng nguyên lý hoạt động của rơ le bảo vệ mất

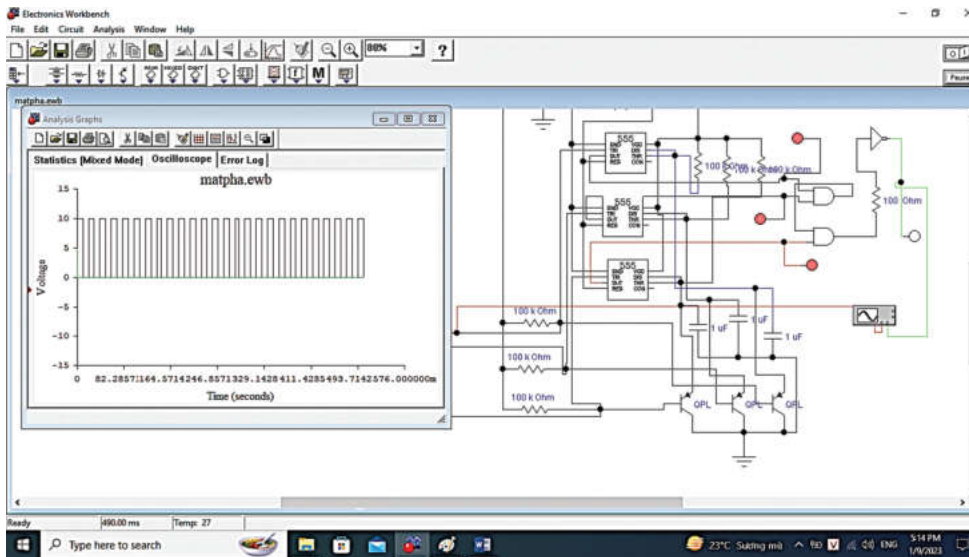
pha theo nguyên tắc xung. Từ sơ đồ mạch điện tử trên, tiến hành lập sơ đồ mạch điện mô phỏng như trên Hình H.4.

Mô phỏng mạch điện sử dụng số liệu của động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc có:  $P_{dm} = 14KW$ ,  $p = 2$ ,  $n_{dm} = 1450 r/min$ , hiệu suất  $\eta_{dm} = 0.885$ ;  $\cos\phi_{dm} = 0.88$ ,  $f = 50Hz$ . Điện áp dây của mạng là 380V. Với số liệu trên ta xác định được điện trở tương đương của động cơ  $r = 8,1\Omega$ , điện cảm  $L = 7mH$ .

Để tiện cho việc mô phỏng trên phần mềm Electronics Workbench 5.12 coi rằng xung 50 Hz độ rộng 50% từ tín hiệu dòng được thay thế bằng nguồn xung từ máy phát xung chuẩn tần số 50Hz có biên độ 5V cấp cho 3 kênh xử lý tín hiệu A, B, C.

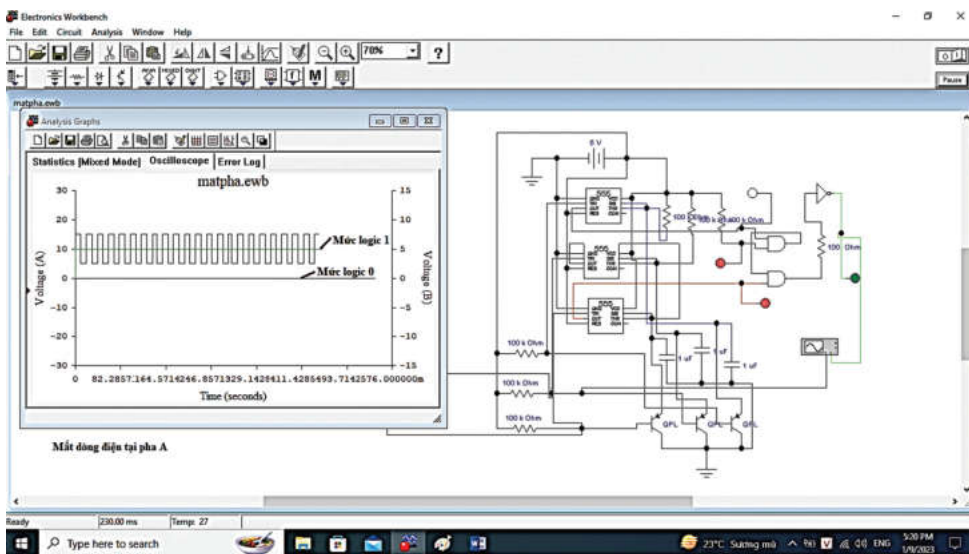


H.4. Sơ đồ mô phỏng động cơ điện không đồng bộ ba pha khi hoạt động



H.5. Kết quả mô phỏng khi chưa mất pha của động cơ

Nhận xét: khi không mất pha, rơ le bảo vệ không tác động (đèn xanh không sáng).



H.6. Kết quả mô phỏng khi mất một pha của động cơ không đồng bộ ba pha

Nhận xét: khi mất một pha, rơ le bảo vệ tác động (đèn màu xanh sáng).

## KẾT LUẬN

Sử dụng các vi mạch điện tử tương tự và mạch logic trong xây dựng sơ đồ mạch bảo vệ mất pha cho động cơ không đồng bộ ba pha sẽ khắc phục được những nhược điểm của các loại rơ le bảo vệ mất pha truyền thống trước

đây. Việc chuyển đổi tín hiệu dòng điện các dây pha về dạng xung sẽ giúp cho rơ le bảo vệ mất pha theo nguyên tắc xung trở nên đa dụng hơn, có thể dùng cho nhiều loại động cơ có công suất khác nhau, độ tin cậy tác động cao và chắc chắn □

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Huỳnh Đắc Thắng (1994), Cẩm nang thực hành vi mạch tuyến tính TTL/LS, CMOS. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Http:// 555 Timer IC: Introduction, Basics & Working with Different Operating Modes

## PHASE LOSS PROTECTION FOR THREE-PHASE ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS BASED ON THE PRINCIPLE OF PULSATION CURRENT LOST

Dinh Van Thang

### ABSTRACT

*The current phase loss protections for three-phase asynchronous electric motors usually use the method of measuring the current of each phase through the current transformers, supplying 2 or 3 electromagnetic relays with its contacts connected in series in the control circuit of the motor to cut off the power supply to the motor when fault problems occur. The disadvantage of these protections is that they do not work reliably when the signals of the phase current amplitudes vary over a wide range. The paper presents a proposal to build a type of phase loss protection device according to the pulse principle, replacing the above protection with the advantages of reliable operation and can be used for many types of motors with high efficiency and different capacity*

**Keyword:** phase loss, phase loss protection, pulse loss

**Ngày nhận bài:** 04/11/2022;

**Ngày gửi phản biện:** 05/11/2022;

**Ngày nhận phản biện:** 30/12/2022;

**Ngày chấp nhận đăng:** 15/01/2023.

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.