

# RƠ LE BẢO VỆ TỔNG HỢP ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỎ

TS. KIM NGỌC LINH

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Các khởi động từ phòng nổ là một trong những thiết bị điện chủ yếu được sử dụng ở các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. Hầu hết các khởi động từ hiện có tại các mỏ đều được mua từ nước ngoài. Về cơ bản chúng đáp ứng được các yêu cầu đối với thiết bị điều khiển và bảo vệ mỏ hầm lò như tính chống nổ của vỏ, tính an toàn tia lửa của mạch điều khiển, độ tin cậy của mạch bảo vệ điện áp thấp, bảo vệ khởi mở máy quá tải và khoá liên động bảo vệ rò [1]. Tuy nhiên, hình thức bảo vệ ngắn mạch và bảo vệ quá tải còn có nhiều nhược điểm. Một số loại khởi động từ không có hình thức bảo vệ mất một pha. Gần đây, một số khởi động từ mới nhập của Trung Quốc đã trang bị bộ bảo vệ tổng hợp cho các động cơ nhưng mạch tương đối phức tạp và thường không có sơ đồ nguyên lý đi kèm, gây khó khăn cho việc chỉnh định và sửa chữa. Để hoàn thiện các hình thức bảo vệ trong các khởi động từ mỏ hiện có và đi tới mục tiêu chế tạo được các khởi động từ phòng nổ có đầy đủ các chức năng bảo vệ ở trong nước, thời gian qua chúng tôi đã nghiên cứu thiết kế một mô hình rơ le bảo vệ tổng hợp động cơ không đồng bộ ba pha có thể thay thế cho các mạch bảo vệ hiện có.

## 1. Rơ le bảo vệ tổng hợp động cơ không đồng bộ ba pha

Mục tiêu của nghiên cứu là tạo được một bộ bảo vệ có khả năng bảo vệ động cơ không đồng bộ ba pha khỏi ba sự cố thường gặp là ngắn mạch, quá tải và mất một pha. Yêu cầu của mạch thiết kế là phải đơn giản, làm việc tin cậy trong điều kiện khắc nghiệt của mỏ hầm lò, có thể dễ dàng lắp đặt trong không gian chật hẹp của các khởi động từ phòng nổ. Mặt khác, do được thiết kế để bảo vệ động cơ (trong mỏ hầm lò chủ yếu là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc) nên rơ le không được tác động khi dòng điện động cơ không vượt quá dòng mở máy thông thường. Khi bị quá tải rơ le phải được cắt với thời gian trễ tùy thuộc vào mức độ quá tải, còn khi bị ngắn mạch rơ le phải tác động tức thời kể cả trong quá trình khởi động.

Như chúng ta đã biết, hình thức bảo vệ ngắn mạch động cơ điện thường dùng cầu chì hoặc rơ le dòng điện không có thời gian trễ, còn bảo vệ động cơ khởi chế độ làm việc mất pha có nhiều phương án thực hiện. Hình thức bảo vệ quá tải thông dụng cho các động cơ điện là

dùng rơ le nhiệt. Trong hệ thống bảo vệ này, khi có dòng điện tăng cao hơn giá trị định mức, bảo vệ cần phải tác động trong một khoảng thời gian nào đó mà nhiệt độ của động cơ không vượt quá 1,1-1,2 lần nhiệt độ giới hạn cho phép của động cơ. Về mặt lý thuyết, yêu cầu này có thể thực hiện được nếu hằng số thời gian nung nóng của động cơ và của rơ le là như nhau. Điều này chỉ có thể thực hiện được nếu rơ le nhiệt được đặt trực tiếp vào dây quấn của động cơ. Tuy nhiên trong thực tế, do việc lắp đặt, chỉnh định và sửa chữa rơ le rất khó thực hiện trong điều kiện như vậy nên các rơ le nhiệt này chỉ được bố trí trong các khởi động từ điều khiển động cơ. Điều này khó có sự phù hợp giữa đặc tính nhiệt của động cơ và đặc tính nhiệt của rơ le. Hình thức bảo vệ quá tải bằng rơ le dòng điện có thời gian trễ đặt trước có nhược điểm là thời gian đặt trước của rơ le không phụ thuộc vào trị số dòng quá tải của động cơ (quá tải nhẹ hay quá tải nặng) cũng như số lần tăng cao của dòng điện quá tải. Vì vậy, nếu rơ le tác động trước thời gian để nhiệt độ động cơ đạt đến nhiệt độ giới hạn cho phép thì sẽ không tận dụng được tiềm năng nhiệt của động cơ. Ngược lại, nếu rơ le tác động sau khoảng thời gian lớn hơn thời gian để nhiệt độ động cơ đạt đến nhiệt độ giới hạn cho phép thì sẽ làm hỏng cách điện động cơ. Như vậy cả hai hình thức bảo vệ quá tải động cơ như trên đều chưa hoàn toàn tin cậy.

Từ những phân tích như trên, khắc phục nhược điểm của các mạch bảo vệ thông dụng hiện có, sơ đồ nguyên lý của rơ le được chúng tôi thiết kế như mô tả trên hình H.1.

Sơ đồ nguyên lý của rơ le gồm các khâu sau đây:

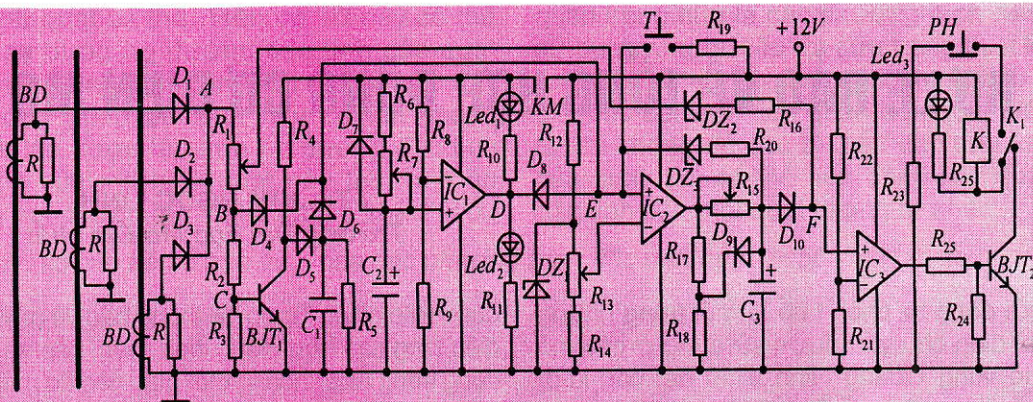
- ❖ Khâu nhận dạng tín hiệu sự cố gồm ba máy biến dòng BD, các diôt  $D_1, D_2, D_3$ , tranzito BJT<sub>1</sub>, tụ  $C_1$ , các điện trở  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_{16}, R_{20}$  và các diôt ổn áp  $DZ_2, DZ_3$ .

- ❖ Khâu tạo thời gian trễ khi khởi động động cơ gồm khuếch đại thuật toán IC<sub>1</sub>, tụ điện  $C_2$ , diôt  $D_7$ ,  $D_8$ , các điện trở  $R_6, R_7, R_8, R_9$  và tiếp điểm phụ KM của công tắc tơ chính.

- ❖ Khâu so sánh gồm khuếch đại thuật toán IC<sub>2</sub>, các điện trở  $R_{13}, R_{14}, R_{15}$  và diôt ổn áp  $DZ_1$ .

- ❖ Khâu tạo thời gian trễ khi có sự cố quá tải hoặc mất một pha gồm khuếch đại thuật toán IC<sub>3</sub>, diôt  $D_9, D_{10}$ , các điện trở  $R_{15}, R_{17}, R_{18}, R_{21}$  và  $R_{22}$ .

- ❖ Khâu thực hiện gồm BJT<sub>2</sub>, các điện trở  $R_{24}, R_{25}$  và rơ le điện từ K.



H.1. Sơ đồ nguyên lý bộ bảo vệ tổng hợp động cơ không đồng bộ ba pha

❖ Các đèn LED chỉ thị trạng thái làm việc của sơ đồ. Ngoài ra còn có nút phục hồi PH và nút thử T. Mạch sử dụng nguồn nuôi 12 V có ổn áp.

Nguyên lý làm việc của sơ đồ:

Khi ấn nút khởi động, công tắc tơ chính KM đóng tiếp điểm chính cung cấp điện cho động cơ, đồng thời đóng tiếp điểm phụ KM cấp điện 12 V cho mạch tạo thời gian trễ khi động cơ khởi động. Tại thời điểm đầu tiên khi tiếp điểm KM đóng lại, tụ  $C_2$  bị nối ngắn mạch, điện áp trên tụ bằng 0 làm cho khuếch đại thuật toán IC1 ở trạng thái bão hoà âm. Điện thế tại điểm D gần bằng 0V. Lúc này dù dòng khởi động của động cơ bằng từ 5 đến 7 lần dòng định mức khiến thế tại điểm A cao nhưng do diode  $D_8$  dẫn điện nên điện thế tại đầu vào không đảo của IC2 (điểm E) gần bằng 0 V. Điều này làm cho khuếch đại thuật toán IC2 ở trạng thái bão hoà âm, tụ  $C_3$  không được nạp điện, điện thế đầu vào không đảo của khuếch đại thuật toán IC3 ở mức thấp, tranzito BJT<sub>2</sub> ở trạng thái khoá khiến role điện từ K không có điện. Đèn Led<sub>1</sub> màu đỏ lúc này sẽ sáng. Động cơ khởi động bình thường.

Theo thời gian, tụ  $C_2$  được nạp điện qua các điện trở  $R_6, R_7$  với hằng số thời gian của mạch nạp bằng  $C_2(R_6+R_7)$ . Điện áp trên tụ tăng dần theo qui luật hàm mũ. Khi động cơ khởi động xong, điện áp trên tụ  $C_2$  bằng điện áp ngưỡng đưa tới đầu vào đảo của khuếch đại thuật toán IC1 được tạo bởi phân áp  $R_8$  và  $R_9$ , IC1 sẽ lật trạng thái sang bão hoà dương khiến điện thế tại điểm D gần bằng 12 V. Điều này làm diode  $D_2$  ở trạng thái khoá cách ly mạch tạo thời gian trễ khi khởi động với mạch so sánh. Điện thế tại điểm E lúc này chỉ phụ thuộc vào tình trạng làm việc của động cơ. Đèn Led<sub>2</sub> màu xanh lúc này sẽ sáng báo trạng thái mạch bảo vệ quá tải và bảo vệ mất pha sẵn sàng làm việc.

Khi động cơ bị quá tải nhẹ ( $I_{dm} \leq I_{dc} < 3.I_{dm}$ ), dòng động cơ tăng làm điện thế tại điểm B và do đó điện thế điểm E tăng. Khi điện thế tại điểm E bằng điện áp ngưỡng tạo bởi phân áp  $R_{12}, R_{13}, R_{14}$ , khuếch đại thuật toán IC2 chuyển từ trạng thái bão hoà âm sang bão hoà dương khiến điện thế tại đầu ra IC2 gần bằng 12 V. Tụ điện  $C_3$  được nạp điện qua  $R_{15}$  với hằng số thời gian bằng  $C_3R_{15}$ . Điện áp trên tụ  $C_3$  tăng dần theo qui luật hàm mũ.

Nếu tụ  $C_3$  chưa nạp đến điện áp ngưỡng tạo bởi phân áp  $R_{20}$  và  $R_{21}$  mà hiện tượng quá tải không còn thì điện thế tại điểm E lại trở về mức thấp, khuếch đại thuật toán IC2 trở lại trạng thái bão hoà âm. Tụ  $C_3$  sẽ phóng điện qua diode  $D_9$  và  $R_{19}$ . Điện áp trên tụ  $C_3$  sẽ giảm dần về không theo qui luật hàm mũ với hằng số thời gian mạch phóng bằng  $C_3R_{19}$ . Trường hợp hiện tượng quá tải của động cơ kéo dài đủ để tụ  $C_3$  nạp đến điện áp bằng điện áp ngưỡng tạo bởi  $R_{21}$  và  $R_{22}$ , khuếch đại thuật toán IC3 sẽ chuyển từ trạng thái bão hoà âm sang bão hoà dương làm cho BJT<sub>2</sub> dẫn cấp điện cho role điện từ K. Role K mở tiếp điểm thường đóng trong mạch cuộn hút công tắc tơ chính làm cắt điện động cơ. Đồng thời role K sẽ đóng tiếp điểm  $K_1$  tự duy trì. Chỉ khi ấn nút phục hồi PH mạch mới trở lại trạng thái ban đầu.

Khi động cơ bị quá tải nặng ( $3.I_{dm} < I_{dc} \leq I_{mm}$ ), điện thế tại điểm E lớn làm diode ổn áp DZ<sub>3</sub> bị đánh thủng. Trường hợp này tụ  $C_3$  ngoài được nạp theo đường qua  $R_{15}$  còn được nạp qua DZ<sub>3</sub> và  $R_{23}$ . Vì vậy thời gian để điện áp trên tụ đạt mức điện áp ngưỡng tạo bởi phân áp  $R_{21}$  và  $R_{22}$  sẽ giảm. Tức là thời gian trễ của role sẽ nhỏ đi. Như vậy khi bị quá tải, thời gian trễ của role sẽ phụ thuộc vào trị số dòng điện quá tải của động cơ: quá tải nhẹ thời gian trễ sẽ lớn và ngược lại, quá tải nặng thời gian trễ sẽ nhỏ.

Khi động cơ đang làm việc mà bị hiện tượng mất một pha, bộ phận nhận dạng tín hiệu mất pha sẽ có tín hiệu ra cấp cho mạch so sánh. Nguyên lý làm việc của bộ nhận dạng tín hiệu mất pha như sau: Khi có đủ dòng ba pha, tín hiệu tại điểm C là dạng điện áp chỉnh lưu ba pha hình tia luôn có giá trị dương khiến cho tranzito BJT<sub>1</sub> luôn ở trạng thái dẫn. Vì vậy tụ  $C_1$  không được nạp điện và không có tín hiệu mất pha đưa tới điểm E. Khi bị mất một pha, tín hiệu tại điểm C là tín hiệu chỉnh lưu hình tia ba pha bị mất một pha nên sẽ có những khoảng thời gian điện thế cực gốc của tranzito BJT<sub>1</sub> bằng 0 làm cho BJT<sub>1</sub> ở trạng thái khoá. Như vậy, tụ  $C_1$  sẽ có những khoảng thời gian được nạp điện. Khi tranzito BJT<sub>1</sub> khoá, tụ  $C_1$  được nạp điện với hằng số thời gian bằng  $C_1(R_4/R_5)$ , điện áp trên tụ sẽ tăng dần theo qui luật hàm mũ. Khi BJT<sub>1</sub> dẫn, tụ  $C_1$  sẽ phóng điện với hằng số

(Xem tiếp trang 38)

đổi mới công nghệ, máy móc thiết bị là rất cấp thiết trong giai đoạn tới. Các nhà quản lý, chủ đầu tư cần phải quan tâm ứng dụng những thành tựu khoa học mới trong khai thác mỏ để đầu tư đổi mới, đồng thời có chính sách đào tạo lực lượng lao động có tay nghề, trình độ cao; mở rộng các khu vực chế biến.

Do việc khai thác cát diễn ra trên bề mặt địa hình và ở khu vực dân cư ven biển nên việc bảo vệ môi trường cần đặc biệt quan tâm. Hạn chế tối đa việc chặt phá cây chắn sóng dẫn tới hiện tượng cát bay; đồng thời bảo vệ không phá vỡ cân bằng các dòng nước ngọt phục vụ sản xuất, dân sinh trong khu vực; việc khai thác sử dụng bãi thải trong để hạn chế ảnh hưởng đến mặt địa hình; thường xuyên trồng và chăm sóc vành đai cây xanh cho khu vực. Quan tâm công tác phòng, chống thiên tai. Về tận thu tối đa tài nguyên, quặng titan có hàm lượng một vài  $\text{kg/m}^3$  là không lớn, có thể tuyển bằng nước trên cùng một hệ thống vít xoắn là một lợi thế cần được quan tâm thu hồi. Khu vực khai thác liên quan đến các khu dân cư, thuộc quản lý của các xã, huyện vì vậy yêu cầu các chủ đầu tư phải có trách nhiệm với địa phương; tham gia đóng góp xây dựng cơ sở hạ tầng và các nghĩa vụ tài chính liên quan.

Về chính sách, cần xem xét theo hướng tạo thuận lợi cho các đơn vị khai thác có hiệu quả, tuân thủ nghiêm túc các quy định của pháp luật, bảo đảm các định hướng của quy hoạch khoáng sản; khuyến khích thành lập các hiệp hội khai thác, chế biến cát để hỗ trợ về kỹ thuật, đầu tư, thông tin thị trường, định hướng quy hoạch cũng như tuân thủ các quy định của pháp luật. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài nguyên khoáng sản tỉnh Quảng Nam-Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam (Bộ Tài nguyên và Môi trường) năm 2005.
2. Tài nguyên khoáng sản tỉnh Thừa Thiên-Huế-Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam (Bộ Tài nguyên và Môi trường) năm 2005.
3. Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng khoáng sản làm vật liệu xây dựng ở Việt Nam đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 152/2008/QĐ-TTg ngày 28 tháng 11 năm 2008.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

### SUMMARY

The paper introduces some problems of the sand resources and the state of management, exploitation and processing for sand in Quảng Nam-Thừa Thiên-Huế area. The authors also suggest some directions for suitable development in sand mineral activities in this zone.

## RƠ LE BẢO VỆ TỔNG HỢP...

(Tiếp theo trang 32)

thời gian mạch phóng là  $C_1R_5$ , điện áp trên tụ sẽ giảm dần theo qui luật hàm mũ. Do hằng số thời gian mạch nạp nhỏ hơn thời gian mạch phóng nên điện áp trên tụ  $C_1$  sẽ tăng dần theo thời gian. Sau vài chu kỳ điện áp trên tụ  $C_1$  đạt bằng điện áp ngưỡng làm IC2 lật trạng thái sang bão hoà dương. Phần mạch phía sau IC2 sẽ làm việc như đã thuyết minh trong phần bảo vệ quá tải.

Khi bị ngắn mạch, dòng động cơ tăng lớn hơn dòng mở máy  $I_{mm}$  của động cơ, điện thế tại điểm A đạt mức cao khiến cho diốt ổn áp  $DZ_2$  bị đánh thủng. Điện thế cao được đưa tới điểm F làm khuếch đại thuật toán IC3 lật trạng thái sang bão hoà dương làm BJT<sub>2</sub> dẫn khiến roler K tác động. Vậy khi bị sự cố ngắn mạch, roler sẽ tác động cắt điện động cơ tức thời không có thời gian trễ.

### 2. Kết luận

Roler được thiết kế trên đây có thể bảo vệ động cơ không đồng bộ ba pha khỏi các sự cố ngắn mạch, quá tải và mất một pha. Sơ đồ có kết cấu đơn giản, có thể lắp ráp từ các linh kiện thông dụng trên thị trường trong nước. Chúng có thể ứng dụng trong các khởi động từ mô thay thế cho các mạch bảo vệ hiện có. Ngoài ra, roler với nguyên lý tương tự có thể được sử dụng để bảo vệ các thiết bị điện khác như máy biến áp, tủ phân phối. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Các catalog một số khởi động từ phòng nổ mới của Trung Quốc sử dụng trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh.

Người biên tập: Đ o Đắc Tạo

### SUMMARY

The article presents some research results on designing of integrated relay for asynchronous motor at the underground mines. These relays can be used for protecting the motor from the short circuit, overload and phase single losses.

## LỜI HAY - Ý ĐEP

1. Ai biết tại sao mình yêu thì chứng tỏ người đó không yêu. T. Asenski.
2. Thiên tài chẳng qua là sự kiên nhẫn lâu dài. A. De Vigny.
3. Không biết mà nói là ngu, biết mà không nói là hiểm. Chiến Quốc sách.

VTH. sưu tầm