

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HÀ NỘI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ VIỆT NAM - HÀN QUỐC THÀNH PHỐ HÀ NỘI

TRẦN QUANG ĐẠT (Chủ biên)
NGUYỄN VĂN SÁU - NGUYỄN THỊ NGUYỆT



GIÁO TRÌNH TRANG BỊ ĐIỆN

Nghề: Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí

Trình độ: Trung cấp

(Lưu hành nội bộ)

Hà Nội - Năm 2021

LỜI NÓI ĐẦU

Để cung cấp tài liệu học tập cho học sinh - sinh viên và tài liệu cho giáo viên khi giảng dạy, Khoa Điện Trường CDN Việt Nam - Hàn Quốc thành phố Hà Nội đã chỉnh sửa, biên soạn cuốn giáo trình “Trang bị điện” dành riêng cho học sinh - sinh viên nghề Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí. Đây là môn học kỹ thuật chuyên môn trong chương trình đào tạo nghề Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí trình độ Trung cấp.

Nhóm biên soạn đã tham khảo các tài liệu: “ Vũ Quang Hôi, Trang bị điện - điện tử máy gia công kim loại, NXB Giáo dục 1996” , Tài liệu “Bùi Quốc Khánh, Hoàng Xuân Bình, Trang bị điện – điện tử tự động hóa cầu trục và cần trục, Nxb KHKT 2006” và nhiều tài liệu khác.

Mặc dù nhóm biên soạn đã có nhiều cố gắng nhưng không tránh được những thiếu sót. Rất mong đồng nghiệp và độc giả góp ý kiến để giáo trình hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, ngày ... tháng ... năm 2021

Chủ biên:

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
MỤC LỤC.....	2
Bài 1 Khái quát chung về hệ thống trang bị điện	7
1.1. Đặc điểm của hệ thống trang bị điện	7
1.2. Yêu cầu đối với hệ thống trang bị điện công nghiệp	8
Bài 2 Tự động không chế truyền động điện.....	9
2.1 Khái niệm về tự động không chế (TĐKC).....	9
2.2. Các yêu cầu của TĐKC.....	9
2.3. Phương pháp thể hiện sơ đồ điện TĐKC	9
2.4. Các nguyên tắc điều khiển	11
2.5. Các khâu bảo vệ và liên động trong TĐKC - TĐĐ	18
Bài 3 Các sơ đồ tự động không chế điển hình	22
3.1. Mạch điều khiển động cơ quay một chiều	22
3.3. Mạch đảo chiều trực tiếp (sử dụng nút ấn liên động)	31
3.4. Mạch đảo chiều sử dụng tay gạt cơ khí.....	35
3.5. Mạch điện điều khiển 2 động cơ theo thứ tự, dừng tuần tự	38
3.6. Mở máy qua cuộn kháng.....	38
3.7. Mở máy Y – Δ	44
3.8. Mở máy qua biến áp tự ngẫu.....	50
3.9. Mạch hãm ngược.....	54
3.10. Mạch hãm động năng.....	57
3.11. Mạch mở máy qua 2 cấp điện trở phụ theo nguyên tắc thời gian.....	65
3.12. Mạch mở máy qua 2 cấp điện trở phụ theo nguyên tắc thời gian.....	71
Bài 4 Lắp đặt bộ biến tần	75
4.1. Khái niệm chung	75
4.2. Bộ biến tần gián tiếp	75
4.3. Biến tần trực tiếp.....	79
4.4. Sự làm việc có dòng điện vòng.....	85

4.5. Điều khiển biến tần trực tiếp.....	88
4.6. Bộ biến tần đường bao	90
TÀI LIỆU THAM KHẢO	92

TaiLieu.vn

CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: TRANG BỊ ĐIỆN

Mã mô đun: MD 15

Thời gian thực hiện mô đun: 90 giờ; (Lý thuyết: 30 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 57 giờ, kiểm tra: 03 giờ)

I. Vị trí tính chất của mô đun:

- Vị trí: Mô đun Trang bị điện 1 học sau các môn học, mô đun: Máy điện, Đo lường điện lạnh, cơ sở kỹ thuật nhiệt – lạnh và ĐHKK...

- Tính chất: Là mô đun cơ sở nghề.

II. Mục tiêu mô đun:

* Kiến thức:

- Đọc, vẽ và phân tích được các thiết bị điện trong sơ đồ điều khiển trong tự động không chế động cơ 3 pha.
- Phân tích được nguyên lý hoạt động của sơ đồ làm cơ sở cho việc phát hiện hư hỏng và chọn phương sửa chữa.

* Kỹ năng:

- Lắp đặt, đấu nối và sửa chữa được các mạch điện điều khiển cho động cơ không đồng bộ 3 pha.
- Vận hành được mạch theo nguyên tắc, theo qui trình đã định. Từ đó sẽ vạch ra kế hoạch bảo trì hợp lý, đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

* Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, sáng tạo và khoa học.
- Có tác phong làm việc công nghiệp, an toàn và đúng thời gian quy định.

III. Nội dung mô đun:

1. Nội dung tổng quát và phân bổ thời gian:

TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Bài 1: Khái quát chung về hệ thống trang bị điện – điện tử	2	2		

2	Bài 2: Tự động khống chế truyền động điện	10	4	6	
	2.1.Khái niệm về tự động khống chế (TĐKC)	0.5	0.5		
	2.2.Các yêu cầu của TĐKC	0.5	0.5		
	2.3.Phương pháp thể hiện sơ đồ điện TĐKC	4	1	3	
	2.3.1.Phương pháp thể hiện mạch động lực				
	2.3.2.Phương pháp thể hiện mạch điều khiển				
	2.3.3.Bảng ký hiệu các phần tử trong sơ đồ TĐKC				
	2.4.Các nguyên tắc điều khiển	3	1	2	
	2.4.1.Nguyên tắc điều khiển theo thời gian				
	2.4.2.Nguyên tắc điều khiển theo tốc độ				
	2.4.3. Nguyên tắc điều khiển theo dòng điện				
	2.4.4. Nguyên tắc điều khiển theo điện áp				
	2.4.5. Nguyên tắc điều khiển theo vị trí				
	2.5. Các khâu bảo vệ và liên động trong TĐKC	2	1	1	
	2.5.1. Bảo vệ theo dòng điện				
	2.5.2 .Bảo vệ theo điện áp				
	2.5.3. Bảo vệ thiếu và mất từ trường				
	2.5.4. Bảo vệ liên động và tín hiệu				
3	Bài 3: Các sơ đồ tự động khống chế điển hình	58	16	40	2
	3.1. Mạch điều khiển động cơ quay một chiều (1 vị trí, 2 vị trí)	4	2	2	

	3.2. Mạch đảo chiều gián tiếp (sử dụng nút ấn)	4	2	2	
	3.3. Mạch đảo chiều trực tiếp (sử dụng nút ấn liên động)	4	1	3	
	3.4. Mạch đảo chiều trực tiếp có giới hạn hành trình	4	1	3	
	3.5. Mạch điện điều khiển 2 động cơ theo thứ tự (nguyên tắc khóa, nguyên tắc bắc cầu)	4	1	3	
	3.6. Mở máy động cơ gián tiếp qua cuộn kháng điện	4	1	3	
	3.7. Mở máy Y/ Δ dùng nút ấn (Điều khiển bằng tay)	4	1	3	
	3.8. Mở máy Y/ Δ dùng R_{th} (Điều khiển tự động)	5	1	3	1
	3.9. Mạch hãm ngược	5	1	3	
	3.10. Mạch hãm tái sinh	4	1	3	
	3.11. Mạch hãm động năng	4	1	3	
	3.12. Mạch điện điều khiển động cơ 2 tốc độ Y/YY, Δ /YY	5	1	3	
	3.13. Mạch mở máy động cơ KĐB 3 pha Roto dây quấn qua 2 cấp điện trở phụ	4	1	3	
	3.14. Mạch mở máy ĐC một chiều qua 2 cấp điện trở phụ	5	1	3	1
4	Bài 4: Lắp đặt bộ biến tần	20	8	11	1
	4.1. Khái niệm chung	1	1		
	4.2. Bộ biến tần 1 pha	9	4	5	
	4.3. Bộ biến tần 3 pha	10	3	6	1
	Cộng:	90	30	57	3

Bài 1

Khái quát chung về hệ thống trang bị điện

Giới thiệu:

Động cơ điện được sử dụng phổ biến trong các dây truyền tự động của quá trình sản xuất công nghiệp. Điều khiển, khống chế động cơ là vấn đề luôn luôn được giới chuyên môn quan tâm, tìm hiểu và giải quyết một cách tối ưu, đa năng và phổ dụng.

Đối với những người công tác trong lĩnh vực điện công nghiệp thì mảng kiến thức và kỹ năng về hệ thống trang bị điện dùng điều khiển, khống chế động cơ điện là một yêu cầu bắt buộc. Nó là tiền đề cho việc tiếp thu, thực hiện các mạch điều khiển bằng linh kiện điện tử hoặc điều khiển lập trình.

Mục tiêu:

- Phân tích được đặc điểm của hệ thống trang bị điện.
- Vận dụng đúng các yêu cầu hệ thống trang bị điện khi thiết kế, lắp đặt.
- Rèn luyện tính cẩn thận, nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

Nội dung chính:

1.1. Đặc điểm của hệ thống trang bị điện

Hệ thống trang bị điện các máy sản xuất là tổng hợp các thiết bị điện được lắp ráp theo một sơ đồ phù hợp nhằm đảm bảo cho các máy sản xuất thực hiện nhiệm vụ sản xuất. Hệ thống trang bị điện các máy sản xuất giúp cho việc nâng cao năng suất máy, đảm bảo độ chính xác gia công, rút ngắn thời gian máy, thực hiện các công đoạn gia công khác nhau theo một trình tự cho trước.

Hệ thống trang bị điện cần có: Các thiết bị động lực, các thiết bị điều khiển và các phần tử tự động. Nhằm tự động hoá một phần hoặc toàn bộ các quá trình sản xuất của máy, hệ thống trang bị điện sẽ điều khiển các bộ phận công tác thực hiện các thao tác cần thiết với những thông số phù hợp với quy trình sản xuất.

Kết cấu của hệ thống trang bị điện:

- Phần thiết bị động lực: Là bộ phận thực hiện việc biến đổi năng lượng điện thành các dạng năng lượng cần thiết cho quá trình sản xuất. Thiết bị động lực có thể là: Động cơ điện, nam châm điện, li hợp điện từ trong các truyền động từ động cơ sang các máy sản xuất hay đóng mở các van khí nén, thủy lực, các phần tử đốt nóng trong các thiết bị gia nhiệt, các phần tử phát quang như các hệ thống chiếu sáng, các phần tử R, L, C, để thay đổi thông số của mạch điện để làm thay đổi chế độ làm việc của phần tử động lực...

- Thiết bị điều khiển: Là các khí cụ đóng cắt, bảo vệ, tín hiệu nhằm đảm bảo cho các thiết bị động lực làm việc theo yêu cầu của máy công tác. Các trạng thái làm việc của thiết bị động lực được đặc trưng bằng: Tốc độ làm việc của các động cơ điện hay của máy công tác, dòng điện phản ứng hay dòng điện phần cảm của động cơ điện, Mômen phụ tải trên trục động cơ... Tùy theo quá trình công nghệ yêu cầu mà động cơ truyền động có các chế độ công tác khác nhau. Khi động cơ thay đổi chế độ làm việc, các thông số trên có thể có giá trị khác nhau. Việc chuyển chế độ làm việc của động cơ truyền động được thực hiện tự động nhờ hệ thống điều khiển.

Như vậy: Hệ thống khống chế truyền động điện là tập hợp các khí cụ điện và dây nối được lắp ráp theo một sơ đồ nào đó nhằm đáp ứng việc điều khiển, khống chế và bảo vệ cho phần tử động lực trong quá trình làm việc theo yêu cầu công nghệ đặt ra.

1.2. Yêu cầu đối với hệ thống trang bị điện công nghiệp

- Nhận và biến đổi năng lượng điện thành dạng năng lượng khác để thực hiện nhiệm vụ sản xuất thông qua bộ phận công tác

- Khống chế và điều khiển bộ phận công tác làm việc theo trình tự cho trước với thông số kỹ thuật phù hợp.

- Góp phần nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả của quá trình sản xuất, giảm nhẹ điều kiện lao động cho con người.

- Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong quá trình sản xuất.

Bài 2

Tự động không chế truyền động điện

Mục tiêu:

- Đọc, vẽ và phân tích các sơ đồ mạch điều khiển dùng role công tắc tơ dùng trong không chế động cơ không đồng bộ 3 pha, động cơ một chiều theo yêu cầu.
- Vận dụng các nguyên tắc tự động không chế phù hợp, linh hoạt, đảm bảo an toàn cho từng loại động cơ và qui trình của máy sản xuất.
- Lắp đặt, sửa chữa được một số mạch điều khiển đơn giản trên bảng thực hành đảm bảo an toàn tiết kiệm và vệ sinh công nghiệp.
- Phát huy tính tích cực, chủ động và tư duy sáng tạo.

Nội dung chính:

2.1 Khái niệm về tự động không chế (TĐKC)

TĐKC là tổ hợp các thiết bị, khí cụ điện được liên kết bằng các dây dẫn nhằm tạo mạch điều khiển phát ra tín hiệu điều khiển để không chế hệ thống truyền động điện làm việc theo một qui luật nhất định nào đó do qui trình công nghệ đặt ra.

2.2. Các yêu cầu của TĐKC

2.2.1 Yêu cầu kỹ thuật

- Thỏa mãn tối đa qui trình công nghệ của máy sản xuất để đạt được năng suất cao nhất trong quá trình làm việc.
- Mạch phải có độ tin cậy cao, linh hoạt, đảm bảo an toàn.

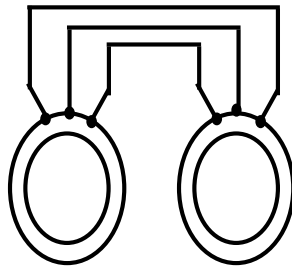
2.2.2 Yêu cầu kinh tế

- Giá cả tương đối, phù hợp với khả năng của khách hàng.
- Nên sử dụng những thiết bị đơn giản, phổ thông, cùng chủng loại càng tốt... để thuận tiện trong việc sửa chữa, thay thế về sau.
- Thiết bị phải đảm bảo độ bền, ít hỏng hóc.

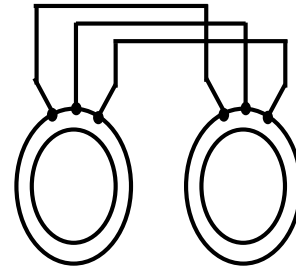
2.3. Phương pháp thể hiện sơ đồ điện TĐKC

2.3.1 Phương pháp thể hiện mạch động lực

- Tất cả các phần tử của thiết bị, khí cụ điện khi trình bày trên mạch động lực phải thể hiện dưới dạng ký hiệu qui ước và phải ở trạng thái bình thường (trạng thái không điện, chưa tác động) của chúng.
- Phải hạn chế tối đa các dây dẫn cắt nhau trên mạch động lực nhưng không liên hệ nhau về điện (hình 2.1).



Dây dẫn không cắt nhau,
nên dùng trong sơ đồ



Dây dẫn cắt nhau, hạn
chế dùng trong sơ đồ

Hình 2.1 Hạn chế dây dẫn cắt nhau

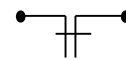
- Dây dẫn ở mạch động lực phải có cùng tiết diện và chủng loại.
- Tất cả những phần tử của cùng một thiết bị trên mạch động lực phải được ký hiệu giống nhau bằng những chữ số hoặc ký tự.
- Các điểm dây dẫn nối chung với nhau phải được đánh số giống nhau.

2.3.2. Phương pháp thể hiện mạch điều khiển

- Tất cả các phần tử của thiết bị, khí cụ điện khi trình bày trên mạch điều khiển phải thể hiện dưới dạng ký hiệu qui ước và phải ở trạng thái bình thường (trạng thái không điện, chưa tác động) của chúng ví dụ như hình 2.2.



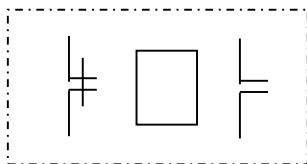
Trạng thái chưa tác
động dùng biểu diễn trong sơ



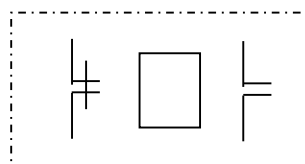
Trạng thái tác động,
không biểu diễn trong sơ đồ

Hình 2.2 Tiếp điểm thường mở, đóng chậm của rơ le thời gian

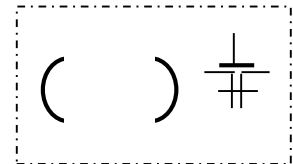
- Tất cả những phần tử của cùng một thiết bị trên mạch điều khiển phải được ký hiệu giống nhau bằng những chữ số hoặc ký tự và giống mạch động lực ví dụ như hình 2.3.



Tiếp điểm và Cuộn
hút của Công tắc tơ K₁



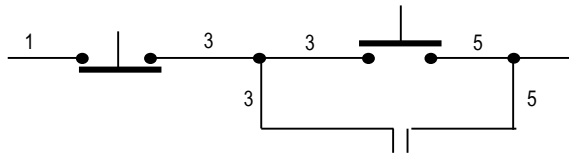
Tiếp điểm và Cuộn
hút của Công tắc tơ H



Tiếp điểm và Phần tử đốt
nóng của rơ le nhiệt

Hình 2.3 Các phần tử của cùng thiết bị phải ký hiệu giống

- Phải hạn chế tối đa các dây dẫn cắt nhau trên mạch điều khiển nhưng không liên hệ nhau về điện.
- Các điểm dây dẫn nối chung với nhau trên mạch điều khiển phải được đánh số giống nhau ví dụ như hình 2.4.



Hình 2.4 Dây dẫn đánh số giống nhau tại các điểm nối chung

2.4. Các nguyên tắc điều khiển

2.4.1 Nguyên tắc điều khiển theo thời gian

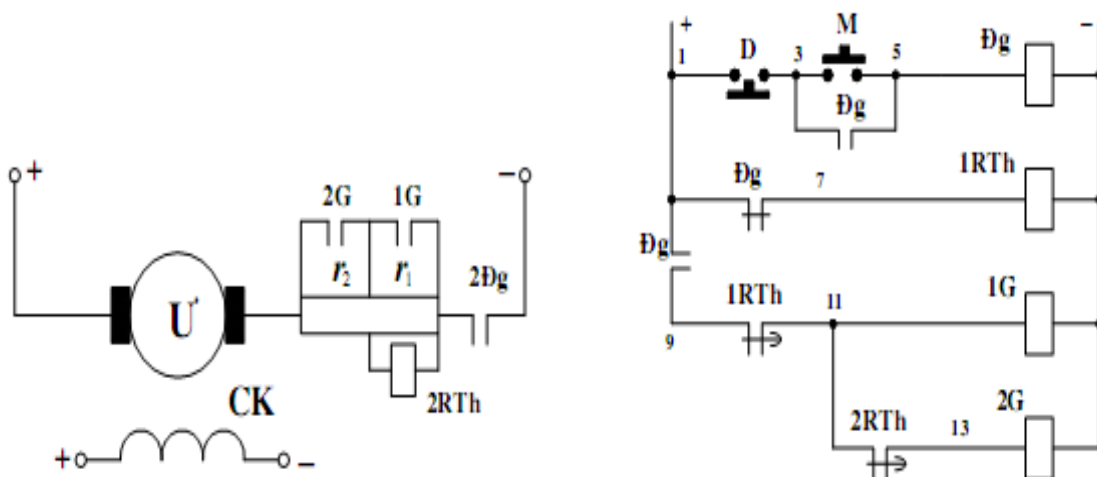
a. Khái niệm

Điều khiển theo nguyên tắc thời gian dựa trên cơ sở là thông số làm việc của mạch động lực biến đổi theo thời gian. Những tín hiệu điều khiển phát ra theo một quy luật thời gian cần thiết để làm thay đổi trạng thái của hệ thống. Những phần tử nhận biết được thời gian để phát tín hiệu cần được chỉnh định dựa theo ngưỡng chuyển đổi của đối tượng. Ví dụ như tốc độ, dòng điện, mômen của mỗi động cơ điện được tính toán chọn ngưỡng cho thích hợp với từng hệ thống truyền động điện cụ thể.

Những phần tử nhận biết được thời gian có thể gọi chung là role thời gian. Nó tạo nên được một thời gian trễ (duy trì) kể từ lúc có tín hiệu đưa vào (mốc 0) đầu vào của nó đến khi nó phát được tín hiệu ra đưa vào phần tử chấp hành. Cơ cấu duy trì thời gian có thể là: cơ cấu con lắc, cơ cấu điện từ, khí nén, cơ cấu điện tử, tương ứng là role thời gian kiểu con lắc, role thời gian điện từ, role thời gian khí nén và role thời gian điện tử...

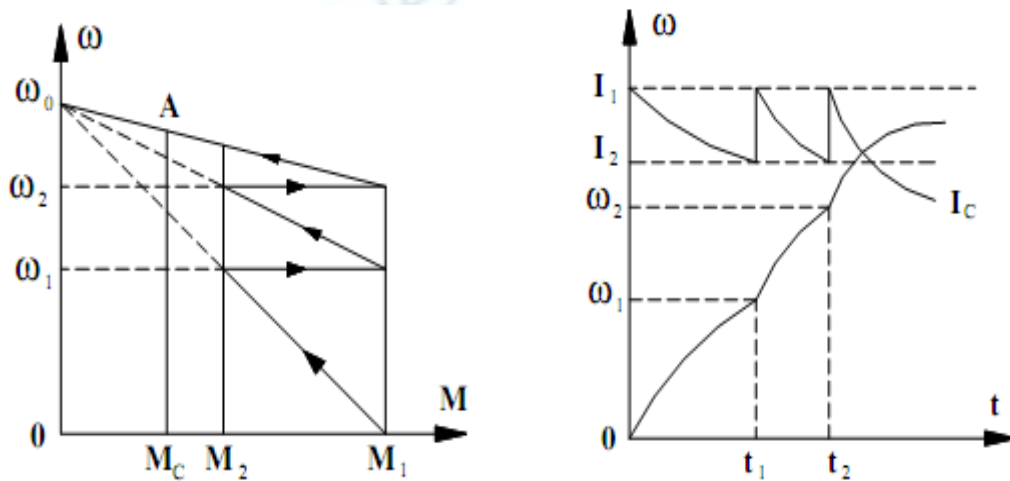
b. Sơ đồ mạch ứng dụng

Xét mạch điều khiển khởi động động cơ điện một chiều kích từ độc lập có hai cấp điện trở phụ trong mạch phản ứng để hạn chế dòng điện khởi động ở trên theo nguyên tắc thời gian.



Hình 2.5 Điều khiển khởi động động cơ điện DC theo nguyên tắc thời gian

Trạng thái ban đầu sau khi cấp nguồn động lực và điều khiển thì role thời gian 1RTh được cấp điện mở ngay tiếp điểm thường kín đóng chậm RTh(9-11). Để khởi động ta phải ấn nút mở máy M(3-5), công tắc tơ Đg hút sẽ đóng các tiếp điểm ở mạch động lực, phần ứng động cơ điện được đấu vào lưới điện qua các điện trở phụ khởi động r_1, r_2 . Dòng điện qua các điện trở có trị số lớn gây ra sụt áp trên điện trở r_1 . Điện áp đó vượt quá ngưỡng điện áp hút của role thời gian 2RTh làm cho nó hoạt động sẽ mở ngay tiếp điểm thường kín đóng chậm 2RTh(11-13), trên mạch 2G cùng với sự hoạt động của role 1RTh chúng đảm bảo không cho các công tắc tơ 1G và 2G có điện trong giai đoạn đầu của quá trình khởi động. Tiếp điểm phụ Đg(3-5) đóng để tự duy trì dòng điện cho cuộn dây công tắc tơ Đg khi ta thôi không ấn nút M nữa. Tiếp điểm Đg(1-7) mở ra cắt điện role thời gian 1RTh đưa role thời gian này vào hoạt động để chuẩn bị phát tín hiệu chuyển trạng thái của truyền động điện. Mốc không của thời gian t có thể được xem là thời điểm Đg(1-7) mở cắt điện 1RTh.



Hình 2.6 Đặc tính khởi động động cơ DC theo nguyên tắc thời gian

Thời gian chỉnh định ở mỗi cấp điện trở được tính theo công thức:

$$t_i = T_{ci} \cdot \ln \frac{M_1 - M_c}{M_2 - M_c}$$

Trong đó T_{ci} - hằng số thời gian điện cơ của động cơ ở đặc tính có điện trở phụ ở cấp thứ i .

$$T_{ci} = \frac{J \Delta \omega_i}{\Delta \omega}$$

Với $\Delta \omega_i$ là khoảng biến thiên tốc độ trên đường đặc tính cơ có cấp điện trở thứ i ở những mômen chuyển đổi M_1, M_2 tương ứng. J là mômen quán tính cơ của hệ thống truyền động và động cơ, tính quy đổi về trục động cơ.

Sau khi role thời gian 1RTh nhỏ, cơ cấu duy trì thời gian sẽ tính thời gian từ gốc không cho đến đạt trị số chỉnh định thì đóng tiếp điểm thường kín đóng chậm RTh(9-11). Lúc này cuộn dây công tắc tơ 1G được cấp điện và hoạt động đóng tiếp điểm chính của nó ở mạch động lực và cấp điện trở phụ thứ nhất r1 bị nối ngắn mạch. Động cơ sẽ chuyển sang khởi động trên đường đặc tính cơ thứ 2. Việc ngắn mạch điện trở r1 làm cho role thời gian 2RTh mất điện và cơ cấu duy trì thời gian của nó cũng sẽ tính thời gian tương tự như đối với role 1RTh, khi đạt đến trị số chỉnh định nó sẽ đóng tiếp điểm thường đóng đóng chậm 2RTh(11-13). Công tắc tơ 2G có điện hút tiếp điểm chính 2G, ngắn mạch cấp điện trở thứ hai r2, động cơ sẽ chuyển sang tiếp tục khởi động trên đường đặc tính cơ tự nhiên cho đến điểm làm việc ổn định A.

Ưu điểm của nguyên tắc điều khiển theo thời gian là có thể chỉnh được thời gian theo tính toán và độc lập với thông số của hệ thống động lực. Trong thực tế ảnh hưởng của mômen cản MC của điện áp lưới và của điện trở cuộn dây hầu như không đáng kể đến sự làm việc của hệ thống và đến quá trình tăng tốc của truyền động điện, vì các trị số thực tế sai khác với trị số thiết kế không nhiều. Thiết bị của sơ đồ đơn giản, làm việc tin cậy cao ngay cả khi phụ tải thay đổi, role thời gian dùng đồng loạt cho bất kỳ công suất và động cơ nào, có tính kinh tế cao. Nguyên tắc thời gian được dùng rất rộng rãi trong truyền động điện một chiều cũng như xoay chiều.

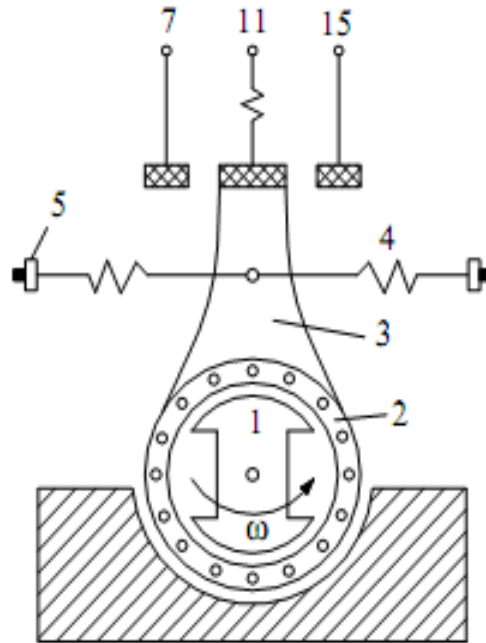
2.4.2 Nguyên tắc điều khiển theo tốc độ

a. Khái niệm

Tốc độ quay trên trục động cơ hay của cơ cấu chấp hành là một thông số đặc trưng quan trọng xác định trạng thái của hệ thống truyền động điện. Do vậy, người ta dựa vào thông số này để điều khiển sự làm việc của hệ thống. Lúc này mạch điều khiển phải có phần tử nhận biết được chính xác tốc độ làm việc của động cơ gọi là role tốc độ. Khi tốc độ đạt được đến những trị số ngưỡng đã đặt thì role tốc độ sẽ phát tín hiệu đến phần tử chấp hành để chuyển trạng thái làm việc của hệ thống truyền động điện đến trạng thái mới yêu cầu.

Role tốc độ có thể cấu tạo theo nguyên tắc ly tâm, nguyên tắc cảm ứng, cũng có thể dùng máy phát tốc độ. Đối với động cơ điện một chiều có thể gián tiếp kiểm tra tốc độ thông qua sức điện động của động cơ. Đối với động cơ điện xoay chiều có thể thông qua sức điện động và tần số của mạch rôto để xác định tốc độ. Hình sau trình bày sơ lược cấu tạo của role tốc độ kiểu cảm ứng. Rôto (1) của nó là một nam châm vĩnh cửu được nối trực với động cơ hay cơ cấu chấp hành. Còn stato (2) cấu tạo như một lồng sóc và có thể quay được trên bộ đỡ của

nó. Trên cần (3) gắn vào stato bố trí má động (11) của 2 tiếp điểm có các má tĩnh là (7) và (15).



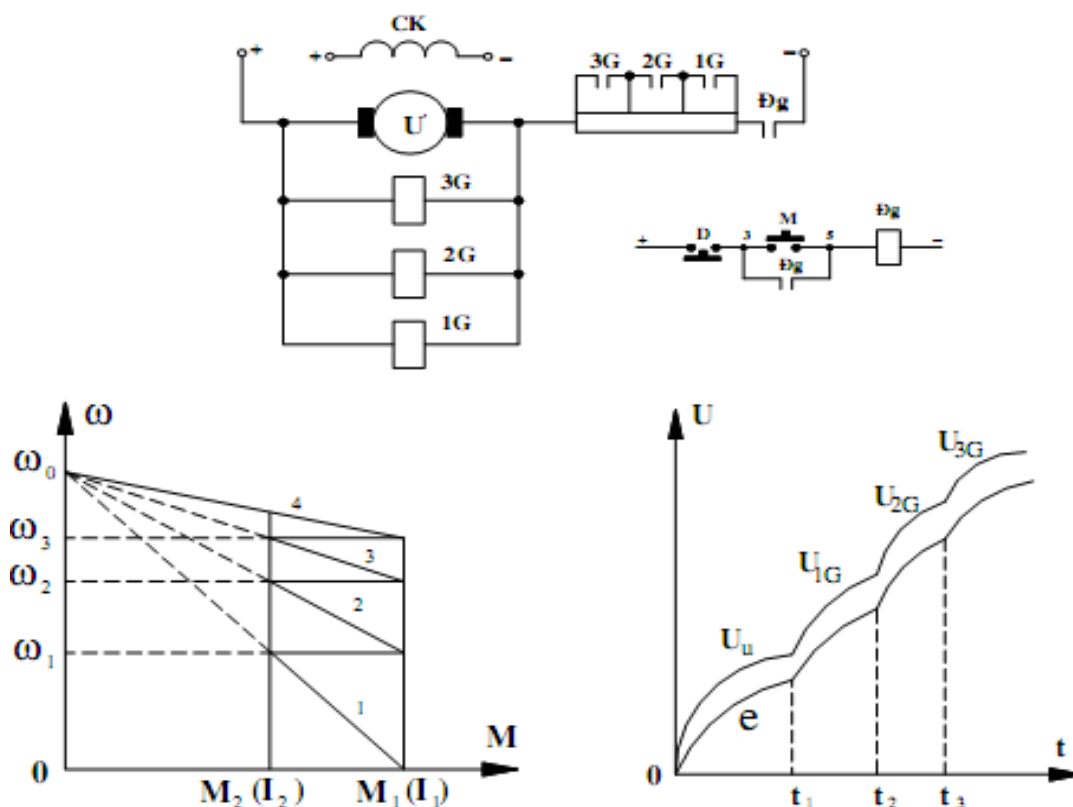
Hình 2.7 Cấu tạo rơ le tốc độ kiểu cảm ứng

Khi rôto không quay các tiếp điểm (7),(11) và (15),(11) mở, vì các lò xo giữ cần (3) ở chính giữa. Khi rôto quay tạo nên từ trường quay quét stato, trong lòng sóc có dòng cảm ứng chạy qua. Tác dụng tương hỗ giữa dòng này và từ trường quay tạo nên mômen quay làm cho stato quay đi một góc nào đó. Lúc đó các lò xo cân bằng (4) bị nén hay kéo tạo ra một mômen chống lại, cân bằng với mômen quay điện từ. Tùy theo chiều quay của rôto mà má động (11) có thể đến tiếp xúc với má tĩnh (7) hay (15). Trị số ngưỡng của tốc độ được điều chỉnh bởi thay đổi trị số kéo nén của bộ phận (5) lò xo cân bằng.

Khi tốc độ quay của rôto bé hơn trị số ngưỡng đã đặt, mômen điện từ còn bé không thắng được mômen cản của các lò xo cân bằng nên tiếp điểm không đóng được. Từ lúc tốc độ quay của rôto đạt giá trị lớn hơn hoặc bằng ngưỡng đã đặt thì mômen điện từ mới thắng được mômen cản của các lò xo làm cho phần tĩnh quay, đóng tiếp điểm tương ứng theo chiều quay của rôto.

b. Sơ đồ mạch ứng dụng

Ta cũng lấy trường hợp điều khiển mở máy động cơ để xét những ví dụ cụ thể. Như đã thấy ở ví dụ trước, việc ngắt mạch các điện trở khởi động trong mạch phản ứng động cơ có thể thực hiện được ở tốc độ ω_1 , ω_2 và ω_3 . Để làm các phần tử kiểm tra tốc độ, ở đây ta dùng các công tắc tơ gia tốc 1G, 2G và 3G có cuộn dây mắc trực tiếp vào 2 đầu phản ứng động cơ, nó tiếp thụ được điện áp tỷ lệ với tốc độ động cơ với sai lệch nhỏ.



Hình 2.8 Điều khiển khởi động động cơ DC theo nguyên tắc tốc độ

Trên hình 2.8 các tiếp điểm chuyển đổi trạng thái cần xảy ra ở tốc độ (ω_1, I_2) , (ω_2, I_2) và (ω_3, I_2) . Ở các điểm này, điện áp trên 2 đầu phần ứng sẽ là:

$$U_1 = K\phi\omega_1 + I_2.r$$

$$U_2 = K\phi\omega_2 + I_2.r$$

$$U_3 = K\phi\omega_3 + I_2.r$$

Giả sử ta cắt điện trở theo thứ tự r_1, r_2, r_3 thì phải chọn công tắc tơ có điện áp hút lần lượt là:

$$U_{hút1G} = U_1$$

$$U_{hút2G} = U_2$$

$$U_{hút3G} = U_3$$

Hoạt động của sơ đồ: Sau khi ấn nút mở máy M, công tắc tơ Đg có điện đóng mạch phần ứng động cơ vào nguồn qua 3 điện trở phụ r_1, r_2 và r_3 . Động cơ tăng tốc trên đường đặc tính cơ (1). Khi tốc độ động cơ đạt đến trị số ω_1 điện áp trên 2 đầu công tắc tơ 1G đạt trị số hút U_1 , do đó 1G hút, loại trừ điện trở r_1 , động cơ sẽ chuyển sang tăng tốc trên đường đặc tính cơ (2). Khi tốc độ động cơ đạt đến trị số ω_2 ($\omega_2 > \omega_1$) điện áp trên 2 đầu công tắc tơ 2G đạt trị số hút U_2 , do đó 2G hút, loại trừ tiếp điện trở r_2 , động cơ sẽ chuyển sang tăng tốc trên đường đặc tính cơ (3). Khi tốc độ động cơ đạt đến trị số ω_3 ($\omega_3 > \omega_2$) điện áp

trên 2 đầu công tắc tơ 3G đạt trị số hút U3, do đó 3G hút, điện trở r3 bị ngắn mạch, động cơ sẽ chuyển sang tăng tốc trên đường đặc tính cơ tự nhiên, cho đến điểm làm việc ổn định.

Ưu điểm là đơn giản và rẻ tiền, thiết bị có thể là công tắc tơ mắc trực tiếp vào phần ứng động cơ không cần thông qua rôle. Nhược điểm là thời gian mở máy và hãm máy phụ thuộc nhiều vào mômen cản MC, quán tính J, điện áp lưới U và điện trở cuộn dây công tắc tơ. Các công tắc tơ gia tốc có thể không làm việc vì điện áp lưới giảm thấp, vì quá tải hoặc vì cuộn dây quá phát nóng, sẽ dẫn đến quá phát nóng điện trở khởi động, có thể làm cháy các điện trở đó. Khi điện áp lưới tăng cao có khả năng tác động đồng thời các công tắc tơ gia tốc làm tăng dòng điện quá trị số cho phép. Trong thực tế ít dùng nguyên tắc này để khởi động các động cơ, thường chỉ dùng nguyên tắc này để điều khiển quá trình hãm động cơ.

2.4.3 Nguyên tắc điều khiển theo dòng điện

a. Khái niệm

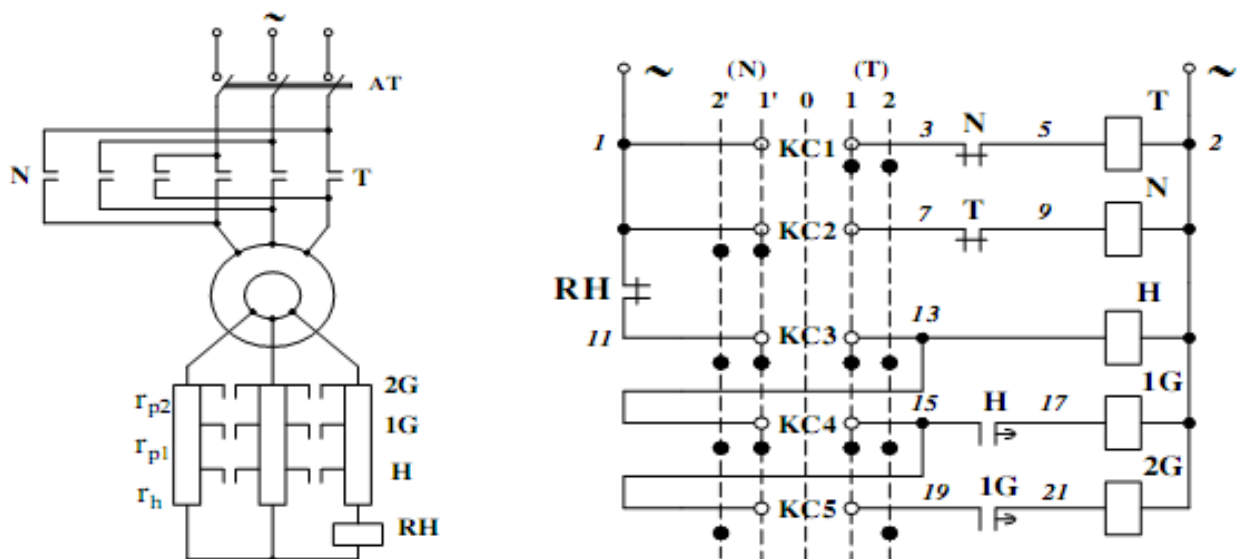
Dòng điện trong mạch phần ứng động cơ cũng là một thông số làm việc rất quan trọng xác định trạng thái của hệ truyền động điện. Nó phản ánh trạng thái mang tải bình thường của hệ thống, trạng thái mang tải, trạng thái quá tải cũng như phản ánh trạng thái đang khởi động hay đang hãm của động cơ truyền động. Trong quá trình khởi động, hãm, dòng điện cần phải đảm bảo nhỏ hơn một trị số giới hạn cho phép. Trong quá trình làm việc cũng vậy, dòng điện có thể phải giữ không đổi ở một trị số nào đó theo yêu cầu của quá trình công nghệ.

Ta có thể dùng các công tắc tơ có cuộn dây dòng điện hoặc rôle dòng điện kiểu điện từ hoặc các khóa điện tử hoạt động theo tín hiệu vào là trị số dòng điện để điều khiển hệ thống theo các yêu cầu trên. Dòng điện mạch phần ứng động cơ dùng làm tín hiệu vào trực tiếp hoặc gián tiếp cho các phần tử nhận biết dòng điện nói trên. Khi trị số tín hiệu vào đạt đến giá trị ngưỡng xác định có thể điều chỉnh được của nó thì nó sẽ phát tín hiệu điều khiển hệ thống chuyển đến những trạng thái làm việc yêu cầu.

b. Sơ đồ mạch ứng dụng

Xét mạch điều khiển hãm ngược động cơ xoay chiều 3 pha rôto dây quấn khi đảo chiều. Vì những lý do tương tự như đã phân tích trong chương 2, khi đảo chiều quay động cơ xoay chiều 3 pha rôto dây quấn cần phải đưa thêm vào mạch rôto một điện trở phụ lớn hơn trị số điện trở phụ cần thiết đưa vào khi khởi động.

Ta có thể dùng mạch điều khiển theo nguyên tắc dòng điện sau đây để điều khiển việc đưa vào và loại ra phần điện trở phụ đó mỗi lần đảo chiều quay động cơ.



Hình 2.9 Điều khiển hãm ngược động cơ xoay chiều 3 pha rô to dây quấn khi đảo chiều theo nguyên tắc dòng điện

Yêu cầu đối với role hãm RH thụ cảm dòng điện rôto: khi dòng điện rôto lớn hơn trị số khởi động thì nó phải tác động, khi dòng điện rôto đã giảm nhỏ về gần trị số khởi động (I1) thì nó phải nhả để chuẩn bị cho quá trình khởi động tiếp theo. Vậy phải chỉnh định trị số Inh của RH lớn hơn I1 một ít, tất nhiên trị số Ihút của nó sẽ lớn hơn I1 và xác định theo hệ số trở về của nó.

Giả sử động cơ đang làm việc theo chiều quay thuận, nghĩa là bộ không chế chỉ huy đang ở vị trí 2 phía phải. Muốn đảo chiều quay động cơ, ta quay bộ không chế KC về phía ngược. Khi bộ không chế lướt qua vị trí 0, các công tắc tơ H, 1G, 2G mất điện nên các tiếp điểm của chúng nhả ra đưa cả 3 điện trở vào mạch rôto. Khi đến vị trí 2 phía trái, dòng điện rôto xuất hiện lúc này lớn hơn trị số chỉnh định hút của role RH, nên RH tác động mở tiếp điểm RH(1-3), bảo đảm cho cả 3 điện trở tham gia vào việc hạn chế dòng điện, quá trình hãm ngược động cơ được tiến hành.

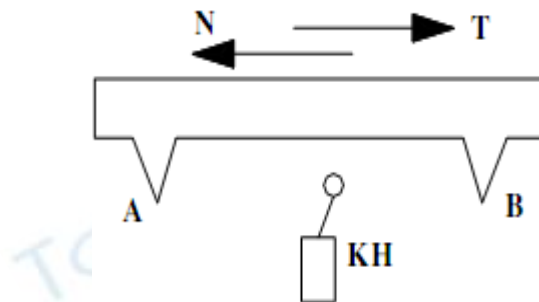
Khi tốc độ động cơ giảm gần đến 0 thì dòng điện rôto cũng giảm đến trị số nhỏ của role RH, role RH nhả đóng tiếp điểm RH(1-3), công tắc tơ H có điện, điện trở hãm ngược rh được loại ra ngoài, động cơ bắt đầu quá trình khởi động theo chiều ngược với hai cấp điện trở hạn chế rp1 và rp2.

Ưu điểm: Thiết bị đơn giản, sự làm việc của sơ đồ không chịu ảnh hưởng của nhiệt độ cuộn dây công tắc tơ, role. Nhược điểm: Độ tin cậy thấp, có khả năng đình chỉ gia tốc ở cấp trung gian nếu động cơ khởi động bị quá tải, dòng điện không giảm xuống đến trị số nhỏ của role dòng điện.

Nguyên tắc dòng điện được ứng dụng chủ yếu để tự động điều khiển quá trình khởi động động cơ một chiều kích thích nối tiếp và động cơ xoay chiều rô to dây quấn.

2.4.4 Nguyên tắc điều khiển theo vị trí

Khi quá trình thay đổi trạng thái làm việc của hệ có quan hệ chặt chẽ với vị trí của các bộ phận động của máy (đầu máy, bàn máy, mâm cặp...) thì ta có thể dùng các thiết bị đặc biệt gọi là công tắc hành trình, đặt tại những vị trí thích hợp trên đường đi của các bộ phận đó. Khi bộ phận động di chuyển đến những vị trí này sẽ tác động lên các công tắc hành trình, công tắc hành trình sẽ phát những tín hiệu điều khiển hệ thống đến các trạng thái làm việc mới. Ví dụ như đặt các công tắc cuối cùng để hạn chế hành trình bàn máy bào, máy doa, cầu trục hoặc là đặt các công tắc hành trình để đảo chiều, giảm tốc độ cho máy bào giường.



Hình 2.10 Điều khiển theo nguyên tắc hành trình

Trong đó: KH là công tắc hành trình, A và B là vị trí.

2.5. Các khâu bảo vệ và liên động trong TĐKC - TĐĐ

Mục tiêu: Vẽ sơ đồ và trình bày được nguyên lý làm việc và của các phần tử bảo vệ và liên động trong tự động không chế và truyền động điện.

2.5.1 Bảo vệ quá dòng

Động cơ điện thường bị quá dòng trong trường hợp bị ngắn mạch hoặc quá tải.

a. Bảo vệ ngắn mạch

Ngắn mạch là hiện tượng các pha chạm chập nhau, pha chạm trung tính hoặc 2 cực của thiết bị một chiều chạm nhau.

Để bảo vệ cho trường hợp này thường dùng cầu chì nối tiếp ở các dây pha, hoặc đặt ở 1 cực của thiết bị một chiều, hoặc dùng áp tô mát.

Đối với động cơ công suất lớn có thể dùng rơ le dòng điện để bảo vệ, dòng điện chỉnh định từ (8 - 10) I_{đm}. Khi đó cuộn dây của rơ le dòng mắc nối tiếp trong mạch động lực còn tiếp điểm của nó mắc trong mạch điều khiển.

b. Bảo vệ quá tải

Quá tải là hiện tượng dòng điện qua động cơ, hoặc thiết bị khí cụ điện tăng cao hơn định mức, nhưng không nhiều. Động cơ đang làm việc thường bị quá tải trong 2 trường hợp sau đây:

- Quá tải đối xứng: Xảy ra khi phụ tải đặt lên trục động cơ lớn hơn định mức như: lúc điện áp nguồn bị sụt giảm (tải không đổi), động cơ bị kẹt trục hoặc tải đột ngột tăng cao. Trường hợp này dòng điện ở 3 pha tăng đều như nhau.

- Quá tải không đối xứng: Xảy ra khi động cơ đang làm việc mà nguồn điện bị mất 1 pha hoặc nguồn bị mất cân bằng nghiêm trọng. Trường hợp này còn gọi là quá tải 2 pha, nếu duy trì trong thời gian lâu sẽ gây cháy hỏng động cơ.

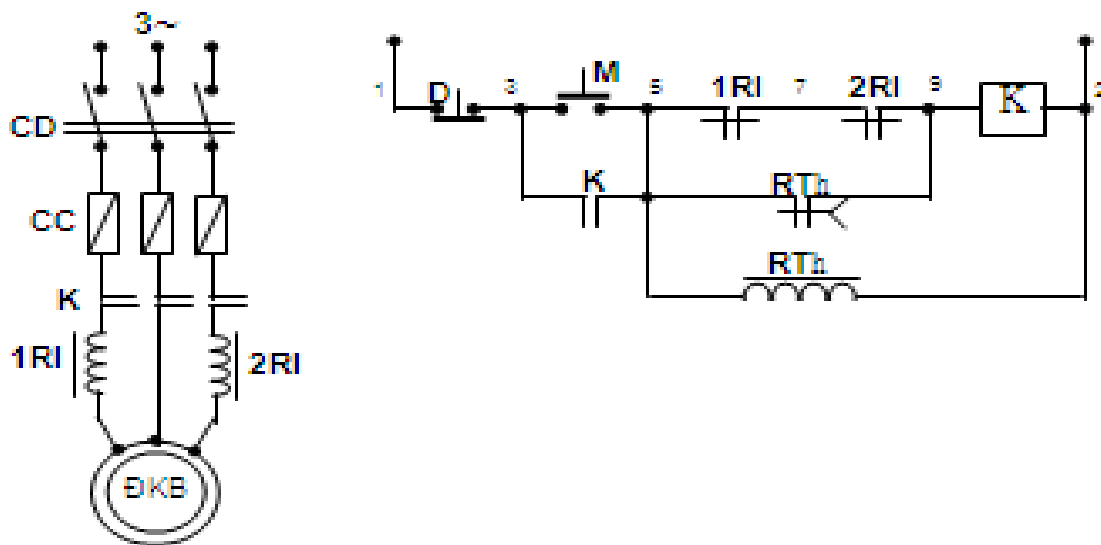
Phương pháp bảo vệ: Quá tải không gây tác hại tức thời, nhưng động cơ sẽ bị đốt nóng quá trị số cho phép. Nếu quá tải kéo dài, mức độ quá tải lớn thì tuổi thọ động cơ giảm nhanh chóng. Để bảo vệ cho trường hợp này, thường dùng rơ le nhiệt. Chỉ cần đặt phần tử đốt nóng của rơ-le nhiệt ở 2 pha của thiết bị 3 pha hoặc 1 cực của thiết bị một chiều là đủ.

Những động cơ công suất lớn hàng trăm KW thì dùng rơ le dòng điện. Khi đó dòng điện chỉnh định khoảng $(1,3 - 1,5) I_{dm}$. Sơ đồ mạch như hình 2.28. Do dòng điện phải chỉnh định như trên, nhưng lúc vừa mở máy dòng điện tăng cao (tối thiểu là $4 I_{dm}$) nên phải dùng rơ-le thời gian để không chế trạng thái tác động ban đầu của RI; Sau khi mở máy xong thì RI mới được đưa vào để bảo vệ.

2.5.2. Bảo vệ điện áp

Động cơ làm việc nếu điện áp nguồn dao động thì máy sẽ hoạt động ở trạng thái bất bình thường. Cần phải có thiết bị tự động cắt động cơ ra khỏi lưới trong trường hợp này.

- Bảo vệ quá áp: Để bảo vệ sự cố quá áp thì dùng rơ le quá áp và tiếp điểm thường đóng của nó (cuộn dây mắc ở nơi cần bảo vệ, tiếp điểm mắc trong mạch điều khiển. Sơ đồ như hình 2.87a).



Hình 2.86 Bảo vệ quá tải bằng rơ le dòng điện