

6.1 Khái niệm chung

Theo yêu cầu công nghệ của máy, cơ cấu sản xuất, các hệ thống truyền động điện tự động đều được thiết kế tính toán để làm việc ở những trạng thái (hay chế độ) xác định. Những trạng thái sự cố hay hư hỏng khác thông thường đã được dự đoán khi thiết kế tính toán chúng để áp dụng những thiết bị và biện pháp bảo vệ cần thiết.

Những trạng thái làm việc của hệ thống truyền động điện tự động có thể được đặc trưng bằng các thông số như: tốc độ làm việc của các động cơ truyền động hay của cơ cấu chấp hành máy sản xuất, dòng điện phản ứng của động cơ hay dòng kích thích của động cơ điện một chiều, mômen phụ tải trên trục của động cơ truyền động... Tuỳ theo quá trình công nghệ yêu cầu mà các thông số trên có thể lấy các giá trị khác nhau. Việc chuyển từ giá trị này đến giá trị khác được thực hiện tự động nhờ hệ thống điều khiển.

Kết quả hoạt động của phần điều khiển sẽ đưa hệ thống động lực của truyền động điện đến một trạng thái làm việc mới, trong đó có ít nhất một thông số đặc trưng cho mạch động lực lấy giá trị mới.

Như vậy về thực chất điều khiển hệ thống là đưa vào hoặc đưa ra khỏi hệ thống những phần tử, thiết bị nào đó (chẳng hạn điện trở, điện kháng, điện dung, khâu hiệu chỉnh...) để thay đổi một hoặc nhiều thông số đặc trưng hoặc để giữ một thông số nào đó (chẳng hạn tốc độ quay) không thay đổi khi có sự thay đổi ngẫu nhiên của thông số khác. Để tự động điều khiển hoạt động của truyền động điện, hệ thống điều khiển phải có những cơ cấu, thiết bị thụ cảm được giá trị các thông số đặc trưng cho chế độ công tác của truyền động điện (có thể là môđun, cũng có thể là cả về dấu của thông số).

Trong hệ thống điều khiển gián đoạn các phần tử thụ cảm này phải làm việc theo các ngưỡng chỉnh định được. Nghĩa là khi thông số được thụ cảm đến trị số ngưỡng đã đặt, phần tử thụ cảm theo thông số này sẽ bắt đầu làm việc phát ra một tín hiệu đưa đến phần tử chấp hành. Kết quả là sẽ đưa vào hoặc đưa ra khỏi mạch động lực những phần tử cần thiết.

Nếu hệ thống điều khiển có tín hiệu phát ra từ phần tử thụ cảm được dòng điện, ta nói rằng hệ điều khiển theo nguyên tắc dòng điện. Nếu phần tử thụ cảm được tốc độ, ta nói rằng hệ điều khiển theo nguyên tắc tốc độ, nếu có phần tử thụ cảm được thời gian của quá trình (từ một mốc thời gian nào đó) ta nói rằng hệ điều khiển theo nguyên tắc thời gian. Tương tự có hệ điều khiển theo nguyên tắc nhiệt độ, theo mômen, theo chiều công suất...

6.2 Điều khiển tự động theo nguyên tắc thời gian.**a) Nội dung nguyên tắc điều khiển theo thời gian:**

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.

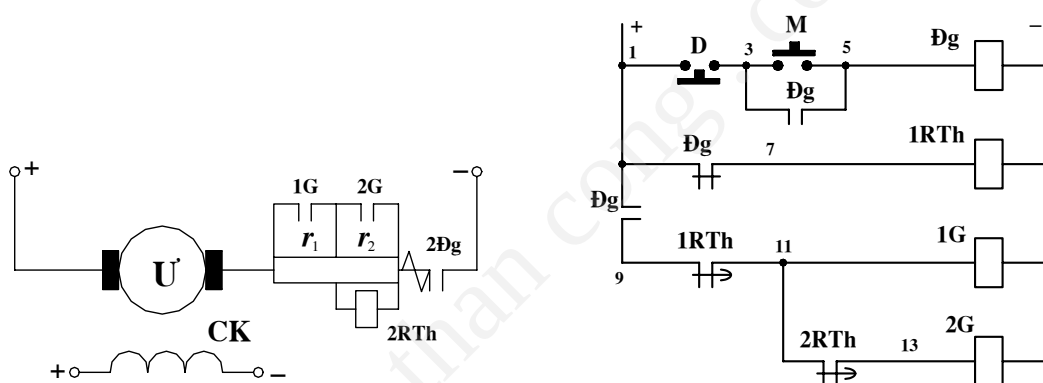
Những phần tử thụ cảm được thời gian để phát tín hiệu cần được chỉnh định dựa theo ngưỡng chuyển đổi của đối tượng. Ví dụ như tốc độ, dòng điện, mômen của mỗi động cơ được tính toán chọn ngưỡng cho thích hợp với từng hệ thống truyền động điện cụ thể.

Những phần tử thụ cảm 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) Mạch điều khiển truyền động điện điển hình theo nguyên tắc thời gian:

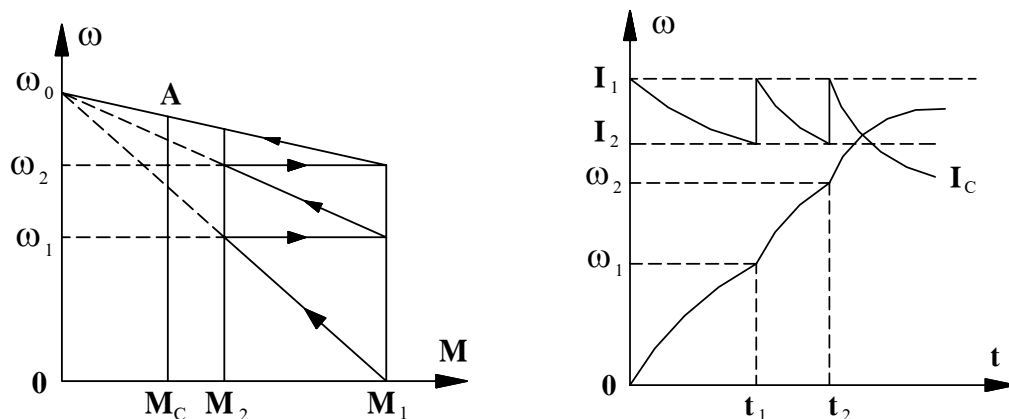
Xét mạch điều khiển khởi động động cơ điện một chiều kích từ độc lập có hai cấp điện trở phụ trong mạch phản ứng để hạn chế dòng điện khởi động ở trên theo nguyên tắc thời gian. Sơ đồ mạch điều khiển như hình 6.1.



Hình 6.1 - Điều khiển khởi động động cơ ĐM_{dl} 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), côngtắc Đg hút sẽ đóng các tiếp điểm ở mạch động lực, phản 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 côngtắc 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 côngtắc 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 6.2 - Đặc tính khởi động động cơ ĐMđl theo nguyên tắc thời gian.

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

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

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

$$T_{ci} = \frac{J \Delta \omega_i}{M_1 - M_2}$$

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 nhả, 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 côngtactor gia tốc 1G được cấp điện và hoạt động đóng tiếp điểm chính của nó ở mạch động lực và cấp điện trở phụ thứ nhất r_1 bị nối ngắn mạch. Động cơ sẽ chuyển sang khởi động trên đường đặc tính cơ thứ 2. Việc ngắn mạch điện trở r_1 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). Côngtactor gia tốc 2G có điện hút tiếp điểm chính 2G, ngắn mạch cấp điện trở thứ hai r_2 , động cơ sẽ chuyển sang tiếp tục khởi động trên đường đặc tính cơ tự nhiên cho đến điểm làm việc ổn định A.

c) Nhận xét về điều khiển truyền động điện theo nguyên tắc thời gian:

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 M_C 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 gia 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.

6.3 Điều khiển tự động theo nguyên tắc tốc độ.

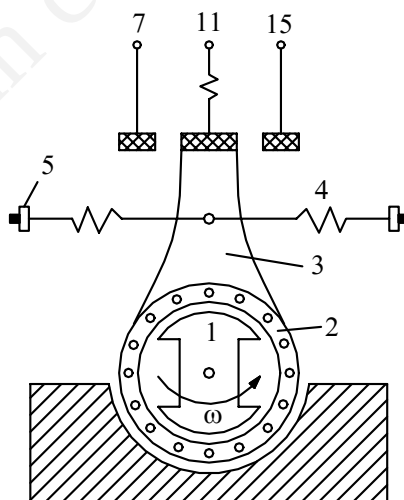
a) Nội dung nguyên tắc:

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 thụ cảm 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 6.3 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 tiếp 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 6.3 - Cấu tạo role 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 lồng 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).

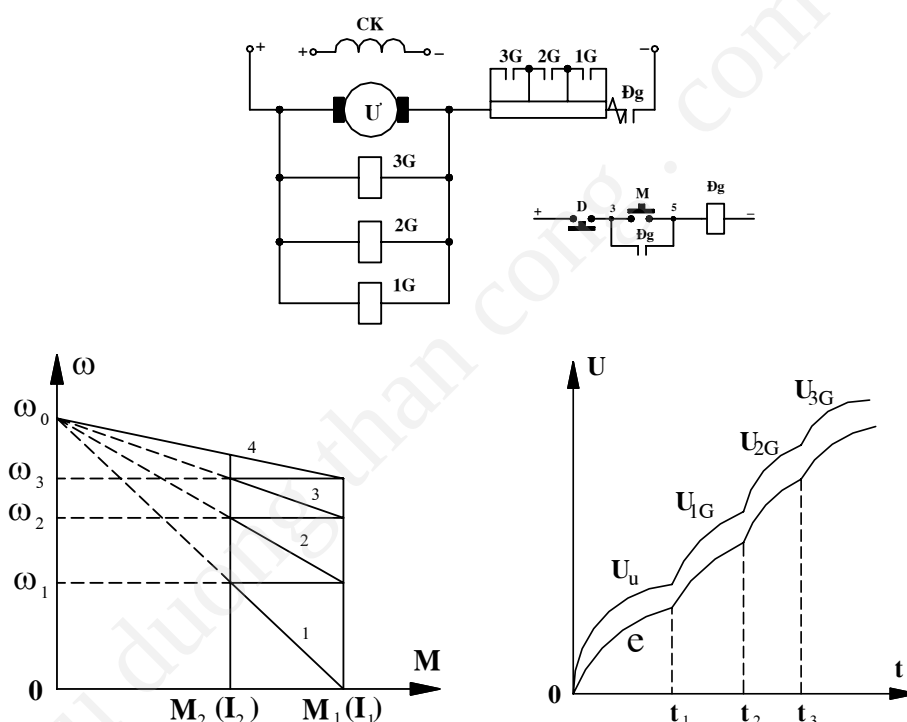
Trị số ngưỡng của tốc độ được điều chỉnh bởi bộ phận (5) thay đổi trị số kéo nén của lò xo cân bằng.

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) Mạch điều khiển truyền động điện điển hình theo nguyên tắc tốc độ :

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 côngtactơ gia tốc 1G, 2G và 3G có cuộn dây mắc trực tiếp vào 2 đầu phần ứng động cơ, nó tiếp thụ được điện áp tỷ lệ với tốc độ động cơ với sai lệch nhỏ.



Hình 6.4 - Điều khiển khởi động động cơ ĐM_{đl} theo nguyên tắc tốc độ.

Trên hình 6.4 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:

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

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

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

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

$$U_{\text{hút1G}} = U_1$$

$$U_{\text{hút2G}} = U_2$$

$$U_{\text{hút3G}} = U_3$$

Hoạt động của sơ đồ: Sau khi ấn nút mở máy M, côngtăcơ 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 gia tốc trên đường đặc tính cơ (1). Khi tốc độ động cơ đạt đến trị số ω_1 điện áp trên 2 đầu côngtăcơ 1G đạt trị số hút U_1 , do đó 1G hút, loại trừ điện trở r_1 , động cơ sẽ chuyển sang gia tốc trên đường đặc tính cơ (2). Khi tốc độ động cơ đạt đến trị số $\omega_2 (\omega_2 > \omega_1)$ điện áp trên 2 đầu côngtăcơ 2G đạt trị số hút U_2 , do đó 2G hút, loại trừ tiếp điện trở r_2 , động cơ sẽ chuyển sang gia tốc trên đường đặc tính cơ (3). Khi tốc độ động cơ đạt đến trị số $\omega_3 (\omega_3 > \omega_2)$ điện áp trên 2 đầu côngtăcơ 3G đạt trị số hút U_3 , do đó 3G hút, điện trở r_3 bị ngắn mạch, động cơ sẽ chuyển sang gia tốc trên đường đặc tính cơ tự nhiên, cho đến điểm làm việc ổn định.

c) Nhận xét về điều khiển truyền động điện theo nguyên tắc tốc độ:

Ưu điểm là đơn giản và rẻ tiền, thiết bị có thể là côngtăcơ mắc trực tiếp vào phần ứng động cơ không cần thông qua rôlê. Nhược điểm là thời gian mở máy và hãm máy phụ thuộc nhiều vào mômen cản M_C , quán tính J , điện áp lưới U và điện trở cuộn dây côngtăcơ. Các côngtăcơ 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 côngtăcơ 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.

6.4 Điều khiển tự động theo nguyên tắc dòng điện.

a) Nội dung nguyên tắc:

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 côngtăcơ có cuộn dây dòng điện hoặc rôlê dòng điện kiểu điện từ hoặc các khóa điện từ hoạt động theo tín hiệu vào là trị số dòng điện để điều khiển hệ thống theo các yêu cầu trên.

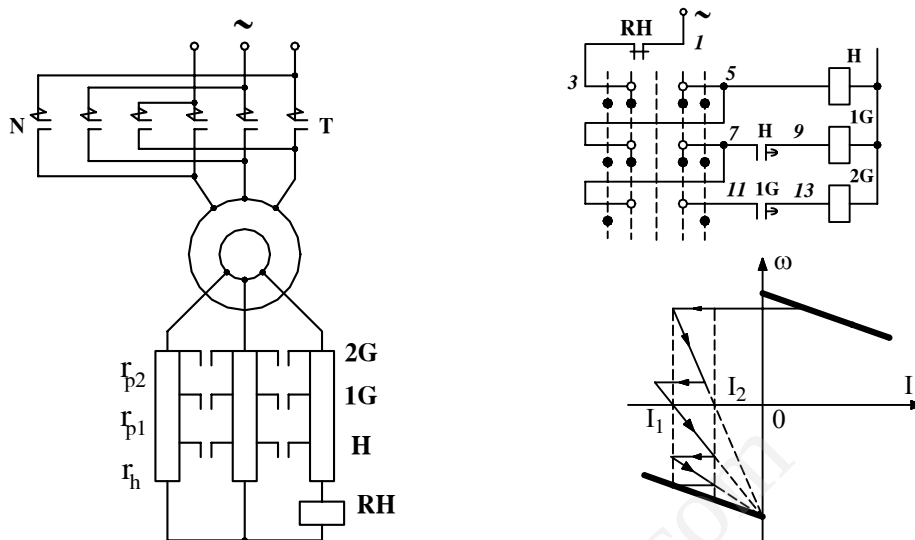
Dòng điện mạch phần ứng động cơ dùng làm tín hiệu vào trực tiếp hoặc gián tiếp cho các phần tử thụ cảm dòng điện nói trên. Khi trị số tín hiệu vào đạt đến giá trị ngưỡng xác định có thể điều chỉnh được của nó thì nó sẽ phát tín hiệu điều khiển hệ thống chuyển đến những trạng thái làm việc yêu cầu.

b) Mạch điều khiển truyền động điện điển hình theo nguyên tắc dòng điện:

Xét mạch điều khiển hãm ngược động cơ xoay chiều 3 pha rôto dây quấn khi đảo chiều.

Vì những lí 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 6.5 - Điều khiển hãm ngược động cơ xoay chiều 3 pha rôto dây quấn khi đảo chiều theo nguyên tắc dòng điện.

Yêu cầu đối với rơle 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 (I_1) thì nó phải nhả để chuẩn bị cho quá trình khởi động tiếp theo.

Vậy phải chỉnh định trị số $I_{nhả}$ của RH lớn hơn I_1 một ít, tất nhiên trị số $I_{hút}$ của nó sẽ lớn hơn I_1 và xác định theo hệ số trở về của nó.

Trong mạch hình 6.5 không vẽ phần điều khiển các côngtăc tơ thuận (T) và ngược (N).

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 côngtăc tơ H, 1G, 2G mất điện nên các tiếp điểm của chúng nhả ra đưa cả 3 điện trở vào mạch rôto. Khi lướt đến vị trí 2 phía trái, dòng điện rôto xuất hiện lúc này lớn hơn trị số chỉnh định hút của rơle 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 nhả của rơle RH, rơle RH nhả đóng tiếp điểm RH(1-3), công tăc tơ H có điện, điện trở hãm ngược r_h được loại ra ngoài, động cơ bắt đầu quá trình khởi động theo chiều ngược với hai cấp điện trở hạn chế r_{p1} và r_{p2} .

c) Nhận xét về điều khiển truyền động điện theo nguyên tắc dòng điện:

- Ưu điểm: Thiết bị đơn giản, sự làm việc của sơ đồ không chịu ảnh hưởng của nhiệt độ cuộn dây côngtăc tơ, rơle.
- 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 nhả của rơle 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 rôto dây quấn.

6.5 Các nguyên tắc điều khiển khác

Ngoài 3 nguyên tắc điều khiển được áp dụng rộng rãi nhất mà ta đã xét ở trên, cũng có thể tiến hành điều khiển các quá trình hay máy móc sản xuất theo những thông số đo lường khác như: Điều khiển theo công suất và chiều công suất mômen, sức căng, nhiệt độ, ánh sáng...

Một trong những nguyên tắc rất hay dùng là nguyên tắc điều khiển theo đường đi (hay nguyên tắc hành trình).

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 6.6 - Điều khiển theo nguyên tắc hành trình.

