

MỤC LỤC

| | Trang |
|--|-------|
| Chương 1 | |
| Những khái niệm cơ bản về hệ thống truyền động điện (2 tiết) | 1 |
| 1.1 Cấu trúc và phân loại hệ thống truyền động điện | 1 |
| 1.1.1 Cấu trúc chung của hệ truyền động điện | 1 |
| 1.1.2 Phân loại hệ thống truyền động điện | 2 |
| 1.2 Đặc tính cơ của truyền động điện | 3 |
| 1.2.1 Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất | 3 |
| 1.2.2 Đặc tính cơ của động cơ điện | 4 |
| 1.2.3 Độ cứng của đặc tính cơ | 5 |
| 1.2.4 Sự phù hợp giữa đặc tính cơ của động cơ điện và đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất | 6 |
| Chương 2 | |
| Các đặc tính và trạng thái làm việc của động cơ điện (8 tiết) | 7 |
| 2.1 Động cơ điện một chiều kích từ độc lập và kích từ song song | 7 |
| 2.1.1 Phương trình đặc tính cơ | 7 |
| 2.1.2 Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ | 10 |
| 2.1.3 Mở máy (khởi động) động cơ điện một chiều kích từ độc lập | 12 |
| 2.1.4 Đảo chiều quay động cơ | 13 |
| 2.2 Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp | 14 |
| 2.2.1 Phương trình đặc tính cơ | 14 |
| 2.2.2 Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ | 16 |
| 2.2.3 Mở máy (khởi động) động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp | 17 |
| 2.2.4 Đảo chiều quay động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp | 17 |
| 2.3 Các trạng thái hãm của động cơ điện một chiều | 18 |
| 2.3.1 Hãm tái sinh | 19 |
| 2.3.2 Hãm ngược | 20 |
| 2.3.3 Hãm động năng | 22 |
| 2.4 Động cơ điện xoay chiều ba pha không đồng bộ (KĐB) | 24 |
| 2.4.1 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động | 24 |
| 2.4.2 Phương trình đặc tính cơ | 26 |
| 2.4.3 Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ | 28 |
| 2.4.4 Mở máy (khởi động) động cơ điện KĐB | 31 |
| 2.4.5 Đảo chiều quay động cơ điện KĐB | 34 |
| 2.5 Các trạng thái hãm của động cơ điện KĐB | 35 |

| | |
|---|--|
| 2.5.1 Hãm tái sinh | 35 |
| 2.5.2 Hãm ngược | 36 |
| 2.5.3 Hãm động năng | 37 |
| Chương 3 | Điều chỉnh tốc độ truyền động điện (8 tiết) |
| 3.1 Các chỉ tiêu chất lượng điều chỉnh tốc độ | 41 |
| 3.1.1 Dải điều chỉnh tốc độ | 41 |
| 3.1.2 Độ trơn điều chỉnh | 41 |
| 3.1.3 Độ ổn định tốc độ (độ cứng của đặc tính cơ) | 41 |
| 3.1.4 Tính kinh tế | 42 |
| 3.1.5 Sự phù hợp giữa đặc tính điều chỉnh và đặc tính tải | 42 |
| 3.2 Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập (song song) (1t) | 42 |
| 3.2.1 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng | 42 |
| 3.2.2 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông | 44 |
| 3.2.3 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phản ứng | 45 |
| 3.3 Các hệ thống điều chỉnh tốc độ truyền động điện một chiều (4t) | 46 |
| 3.4.1 Hệ truyền động máy phát - động cơ (F - Đ) | 46 |
| 3.4.1.1 Hệ F - Đ đơn giản | 46 |
| 3.4.1.2 Hệ F - Đ có phản hồi âm áp, dương dòng. | 47 |
| 3.4.1.3 Hệ F - Đ có phản hồi âm tốc độ | 49 |
| 3.4.2 Hệ truyền động khuếch đại từ - động cơ (KĐT - Đ) | 49 |
| 3.4.3 Hệ truyền động chỉnh lưu - động cơ | 51 |
| 3.4.3.1 Giới thiệu Thyristor | 51 |
| 3.4.3.2 Các sơ đồ chỉnh lưu Thyristor | 55 |
| 3.4.3.3 Hệ truyền động T - Đ | 56 |
| 3.5 Điều chỉnh tốc độ động cơ điện xoay chiều 3 pha KĐB (2t) | 58 |
| 3.5.1 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch rôto. | 58 |
| 3.5.2 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp đặt vào mạch stato. | 59 |
| 3.5.3 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số của nguồn xoay chiều. | 59 |
| 3.5.4 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực của động cơ. | 60 |
| Chương 4 | Tính chọn công suất động cơ (2 tiết) |
| 4.1 Những vấn đề chung | 61 |
| 4.2 Phát nóng và nguội lạnh của động cơ | 61 |
| 4.3 Các chế độ làm việc của truyền động điện | 62 |
| 4.4 Tính chọn công suất động cơ cho những truyền động không điều chỉnh tốc độ | 63 |
| 4.4.1 Chọn công suất động cơ làm việc dài hạn | 63 |
| 4.4.2 Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn | 64 |

| | | |
|-----------------|---|----|
| 4.4.3 | Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn lặp lại | 65 |
| 4.5 | Tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ | 65 |
| 4.6 | Kiểm nghiệm công suất động cơ | 66 |
| Chương 5 | Các phần tử khống chế tự động truyền động điện (3 tiết) | 67 |
| 5.1 | Các phần tử bảo vệ | 67 |
| 5.1.1 | Cầu chảy | 67 |
| 5.1.2 | Role nhiệt | 68 |
| 5.1.3 | Áptômat | 69 |
| 5.2 | Các phần tử điều khiển | 70 |
| 5.2.1 | Công tắc | 70 |
| 5.2.2 | Nút ấn | 71 |
| 5.2.3 | Cầu dao | 72 |
| 5.2.4 | Bộ khống chế | 73 |
| 5.2.5 | Công tắc tơ | 74 |
| 5.3 | Role | 74 |
| 5.3.1 | Role điện từ | 74 |
| 5.3.2 | Role trung gian | 76 |
| 5.3.3 | Role dòng điện và role điện áp | 77 |
| 5.3.4 | Role thời gian | 78 |
| Chương 6 | Các nguyên tắc điều khiển tự động truyền động điện (3 tiết) | 79 |
| 6.1 | Khái niệm chung | 79 |
| 6.2 | Điều khiển tự động theo nguyên tắc thời gian. | 79 |
| 6.3 | Điều khiển tự động theo nguyên tắc tốc độ. | 82 |
| 6.4 | Điều khiển tự động theo nguyên tắc dòng điện. | 84 |
| 6.5 | Các nguyên tắc điều khiển khác. | 86 |
| Chương 7 | Các sơ đồ hệ thống điều khiển truyền động điện điển hình (19 tiết) | 87 |
| 7.1 | Trang bị điện - điện tử máy doa (2t) | 87 |
| 7.1.1 | Đặc điểm công nghệ, yêu cầu về truyền động điện và TBĐ | 87 |
| 7.1.2 | Sơ đồ truyền động chính của máy doa ngang 2620 | 87 |
| 7.2 | Trang bị điện - điện tử máy tiện (4t) | 89 |
| 7.2.1 | Đặc điểm công nghệ | 89 |
| 7.2.2 | Sơ đồ truyền động chính máy tiện 1A660 | 89 |
| 7.3 | Trang bị điện - điện tử máy bào giường (3t) | 94 |
| 7.3.1 | Đặc điểm công nghệ | 94 |

| | |
|--|-----|
| 7.3.2 Sơ đồ truyền động chính máy bào giường hệ F-Đ | 95 |
| 7.4 Trang bị điện - điện tử máy mài (2t) | 99 |
| 7.4.1 Đặc điểm công nghệ | 99 |
| 7.4.2 Sơ đồ truyền động chính máy mài 3A161 | 99 |
| 7.5 Trang bị điện - điện tử lò hồ quang (4t) | 101 |
| 7.5.1 Khái niệm chung và phân loại | 101 |
| 7.5.2 Sơ đồ điện thiết bị chính mạch lực lò hồ quang | 101 |
| 7.5.3 Nguyên lý làm việc của lò hồ quang | 102 |
| 7.5.4 Sơ đồ 1 pha không chế dịch cực lò hồ quang | 104 |
| 7.6 Trang bị điện - điện tử thang máy (4t) | 105 |
| 7.6.1 Đặc điểm công nghệ | 105 |
| 7.6.2 Vấn đề dừng chính xác thang máy | 105 |
| 7.6.4 Hệ thống tự động không chế thang máy tốc độ trung bình | 107 |
| Tài liệu tham khảo | 110 |

CHƯƠNG 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN (2 tiết)

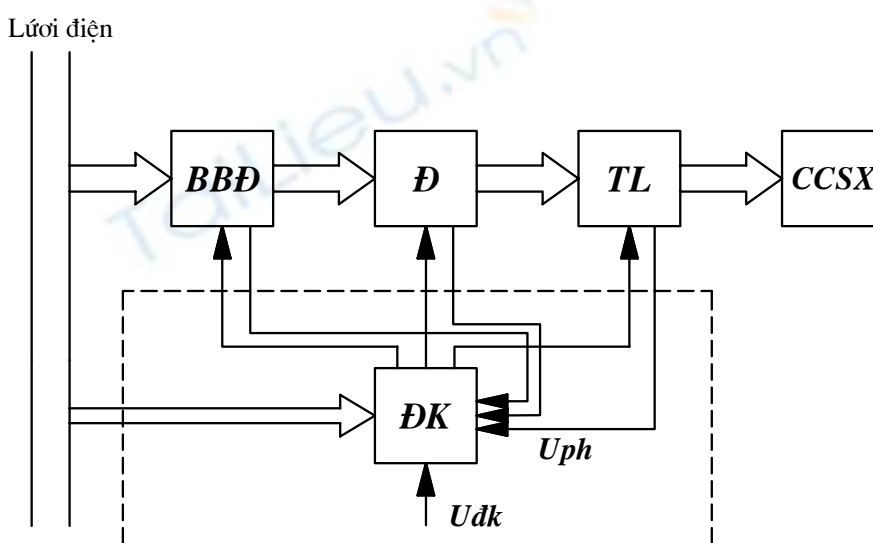
1.1 Cấu trúc và phân loại hệ thống truyền động điện

1.1.1 Cấu trúc chung của hệ truyền động điện

Truyền động cho một máy, một dây chuyền sản xuất mà dùng năng lượng điện thì gọi là truyền động điện (TĐĐ).

Hệ truyền động điện là một tập hợp các thiết bị như: thiết bị điện, thiết bị điện tử, thiết bị điện tử, cơ, thủy lực phục vụ cho việc biến đổi điện năng thành cơ năng cung cấp cho cơ cấu chấp hành trên các máy sản xuất, đồng thời có thể điều khiển dòng năng lượng đó theo yêu cầu công nghệ của máy sản xuất.

Về cấu trúc, một hệ thống TĐĐ nói chung bao gồm các khâu:



Hình 1.1 - Cấu trúc hệ thống truyền động điện.

1. **BBĐ**: Bộ biến đổi, dùng để biến đổi loại dòng điện (xoay chiều thành một chiều hoặc ngược lại), biến đổi loại nguồn (nguồn áp thành nguồn dòng hoặc ngược lại), biến đổi mức điện áp (hoặc dòng điện), biến đổi số pha, biến đổi tần số...

Các BBĐ thường dùng là máy phát điện, hệ máy phát - động cơ (hệ F-Đ), các chỉnh lưu không điều khiển và có điều khiển, các bộ biến tần...

2. **Đ**: Động cơ điện, dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng hay cơ năng thành điện năng (khi hãm điện).

Các động cơ điện thường dùng là: động cơ xoay chiều KĐB ba pha rôto dây quấn hay lồng sóc; động cơ điện một chiều kích từ song song, nối tiếp hay kích từ bằng nam châm vĩnh cửu; động cơ xoay chiều đồng bộ...

3. **TL**: Khâu truyền lực, dùng để truyền lực từ động cơ điện đến cơ cấu sản xuất hoặc dùng để biến đổi dạng chuyển động (quay thành tịnh tiến hay lác) hoặc làm phù hợp về tốc độ, mômen, lực.

Để truyền lực, có thể dùng các bánh răng, thanh răng, trục vít, xích, đai truyền, các bộ ly hợp cơ hoặc điện từ...

4. **CCSX**: Cơ cấu sản xuất hay cơ cấu làm việc, thực hiện các thao tác sản xuất và công nghệ (gia công chi tiết, nâng - hạ tải trọng, dịch chuyển...).

5. **ĐK**: Khối điều khiển, là các thiết bị dùng để điều khiển bộ biến đổi BBĐ, động cơ điện Đ, cơ cấu truyền lực.

Khối điều khiển bao gồm các cơ cấu đo lường, các bộ điều chỉnh tham số và công nghệ, các khí cụ, thiết bị điều khiển đóng cắt có tiếp điểm (các role, công tắc tơ) hay không có tiếp điểm (điện tử, bán dẫn). Một số hệ TĐĐ khác có cả mạch ghép nối với các thiết bị tự động khác như máy tính điều khiển, các bộ vi xử lý, PLC...

Các thiết bị đo lường, cảm biến (sensor) dùng để lấy các tín hiệu phản hồi có thể là các loại đồng hồ đo, các cảm biến từ, cơ, quang...

Một hệ thống TĐĐ không nhất thiết phải có đầy đủ các khâu nêu trên. Tuy nhiên, một hệ thống TĐĐ bất kỳ luôn bao gồm hai phần chính:

- **Phần lực**: Bao gồm bộ biến đổi và động cơ điện.
- **Phần điều khiển**.

Một hệ thống truyền động điện được gọi là hệ hở khi không có phản hồi, và được gọi là hệ kín khi có phản hồi, nghĩa là giá trị của đại lượng đầu ra được đưa trở lại đầu vào dưới dạng một tín hiệu nào đó để điều chỉnh lại việc điều khiển sao cho đại lượng đầu ra đạt giá trị mong muốn.

1.1.2 Phân loại hệ thống truyền động điện

Người ta phân loại các hệ truyền động điện theo nhiều cách khác nhau tùy theo đặc điểm của động cơ điện sử dụng trong hệ, theo mức độ tự động hoá, theo đặc điểm hoặc chủng loại thiết bị của bộ biến đổi... Từ cách phân loại sẽ hình thành tên gọi của hệ.

a) Theo đặc điểm của động cơ điện:

- **Truyền động điện một chiều**: Dùng động cơ điện một chiều. Truyền động điện một chiều sử dụng cho các máy có yêu cầu cao về điều chỉnh tốc độ và mômen, nó có chất lượng điều chỉnh tốt. Tuy nhiên, động cơ điện một chiều có cấu tạo phức tạp và giá thành cao, hơn nữa nó đòi hỏi phải có bộ nguồn một chiều, do đó trong những trường hợp không có yêu cầu cao về điều chỉnh, người ta thường chọn động cơ KĐB để thay thế.

- **Truyền động điện không đồng bộ**: Dùng động cơ điện xoay chiều không đồng bộ. Động cơ KĐB ba pha có ưu điểm là có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, vận hành an toàn, sử dụng nguồn cấp trực tiếp từ lưới điện xoay chiều ba pha. Tuy nhiên, trước đây các hệ truyền động động cơ KĐB lại chiếm tỷ lệ rất nhỏ do việc điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB có khó khăn hơn động cơ điện một chiều. Trong những năm gần đây, do sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ chế tạo các thiết bị bán dẫn công suất và kỹ thuật điện tử tin học, truyền động không đồng bộ phát triển mạnh mẽ và được khai thác các ưu điểm của mình, đặc biệt là các hệ có điều khiển tần số. Những hệ này đã đạt được chất lượng điều chỉnh cao, tương đương với hệ truyền động một chiều.

- **Truyền động điện đồng bộ**: Dùng động cơ điện xoay chiều đồng bộ ba pha. Động cơ điện đồng bộ ba pha trước đây thường dùng cho loại truyền động không điều chỉnh tốc độ, công suất lớn hàng trăm KW đến hàng MW (các máy nén khí, quạt gió, bơm nước, máy nghiền.v.v..).

Ngày nay do sự phát triển mạnh mẽ của công nghiệp điện tử, động cơ đồng bộ được nghiên cứu ứng dụng nhiều trong công nghiệp, ở mọi loại giải công suất từ vài trăm W (cho cơ cấu ăn dao máy cắt gọt kim loại, cơ cấu chuyển động của tay máy, người máy) đến hàng MW (cho các truyền động máy cán, kéo tàu tốc độ cao...).

...

b) Theo tính năng điều chỉnh:

- **Truyền động không điều chỉnh:** Động cơ chỉ quay máy sản xuất với một tốc độ nhất định.
- **Truyền có điều chỉnh:** Trong loại này, tùy thuộc yêu cầu công nghệ mà ta có truyền động điều chỉnh tốc độ, truyền động điều chỉnh mômen, lực kéo và truyền động điều chỉnh vị trí.

c) Theo thiết bị biến đổi:

- **Hệ máy phát - động cơ (F-Đ):** Động cơ điện một chiều được cấp điện từ một máy phát điện một chiều (bộ biến đổi máy điện).

Thuộc hệ này có hệ máy điện khuếch đại - động cơ (MĐKĐ - Đ), đó là hệ có BBD là máy điện khuếch đại từ trường ngang.

- **Hệ chỉnh lưu - động cơ (CL - Đ):** Động cơ một chiều được cấp điện từ một bộ chỉnh lưu (BCL). Chỉnh lưu có thể không điều khiển (Điôt) hay có điều khiển (Thyristor)...

d) Một số cách phân loại khác:

Ngoài các cách phân loại trên, còn có một số cách phân loại khác như truyền động đảo chiều và không đảo chiều, truyền động đơn (nếu dùng một động cơ) và truyền động nhiều động cơ (nếu dùng nhiều động cơ để phối hợp truyền động cho một cơ cấu công tác), truyền động quay và truyền động thẳng,...

1.2 Đặc tính cơ của truyền động điện

1.2.1 Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất

Đặc tính cơ biểu thị mối quan hệ giữa tốc độ quay và mômen quay:

$$\omega = f(M) \text{ hoặc } n = F(M)$$

Trong đó: ω - Tốc độ góc (rad/s).

n - Tốc độ quay (vg/ph).

M - Mômen (N.m).

Đặc tính cơ của máy sản xuất là quan hệ giữa tốc độ quay và mômen cản của máy sản xuất: $M_c = f(\omega)$.

Đặc tính cơ của máy sản xuất rất đa dạng, tuy nhiên phần lớn chúng được biểu diễn dưới dạng biểu thức tổng quát:

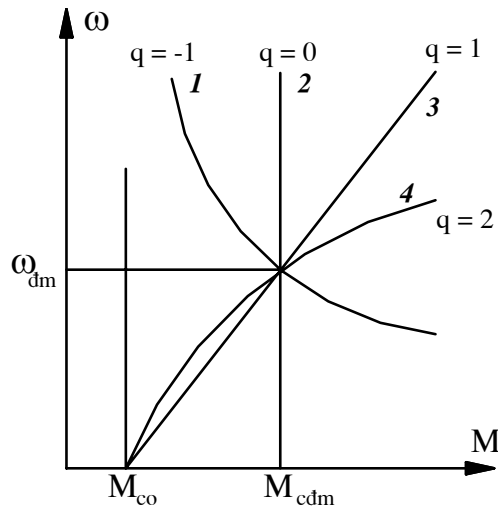
$$M_c = M_{co} + (M_{dm} - M_{co}) \left(\frac{\omega}{\omega_{dm}} \right)^q \quad (1.1)$$

Trong đó:

M_c là mômen cản của cơ cấu SX ứng với tốc độ ω .

M_{co} là mômen cản của cơ cấu SX ứng với tốc độ $\omega = 0$.

M_{dm} là mômen cản của cơ cấu SX ứng với tốc độ định mức ω_{dm}



- 1: Đặc tính cơ ứng với $q = -1$.
- 2: Đặc tính cơ ứng với $q = 0$.
- 3: Đặc tính cơ ứng với $q = 1$.
- 4: Đặc tính cơ ứng với $q = 2$.

Hình 1.2 - Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất ứng với các trường hợp máy sản xuất khác nhau.

Ta có các trường hợp số mũ q ứng với các trường hợp tải:

| q | M_c | P (công suất) | Loại tải |
|-----|-------------------------|--------------------|--|
| -1 | $\sim \frac{1}{\omega}$ | Const | Ứng với trường hợp đặc tính cơ của cơ cấu máy quấn dây, cuốn giấy, cơ cấu truyền động chính của các máy cắt gọt kim loại như máy tiện. |
| 0 | Const | $\sim \omega$ | Các cơ cấu nâng-hạ, băng tải, máy nâng vận chuyển, truyền động ăn dao máy gia công kim loại. |
| 1 | $\sim \omega$ | $\sim \omega^2$ | Máy phát điện một chiều với tải thuần trở. |
| 2 | $\sim \omega^2$ | $\sim \omega^3$ | Đặc tính cơ của các máy thủy khí: bơm, quạt, chân vịt tàu thủy... |

1.2.2 Đặc tính cơ của động cơ điện

Đặc tính cơ của động cơ điện là quan hệ giữa tốc độ quay và mômen của động cơ: $\omega=f(M)$.

Đặc tính cơ của động cơ điện chia ra đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ nhân tạo. Dạng đặc tính cơ của mỗi loại động cơ khác nhau thì khác nhau và sẽ được phân tích trong chương 2.

Đặc tính cơ tự nhiên: Đó là quan hệ $\omega = f(M)$ của động cơ điện khi các thông số như điện áp, dòng điện... của động cơ là định mức theo thông số đã được thiết kế chế tạo và mạch điện của động cơ không nối thêm điện trở, điện kháng...

Đặc tính cơ nhân tạo: Đó là quan hệ $\omega = f(M)$ của động cơ điện khi các thông số điện không đúng định mức hoặc khi mạch điện có nối thêm điện trở, điện kháng... hoặc có sự thay đổi mạch nối.

Ngoài đặc tính cơ, đối với động cơ điện một chiều người ta còn sử dụng đặc tính cơ điện. Đặc tính cơ điện biểu diễn quan hệ giữa tốc độ và dòng điện trong mạch động cơ:

$$\omega = f(I) \text{ hay } n = f(I).$$

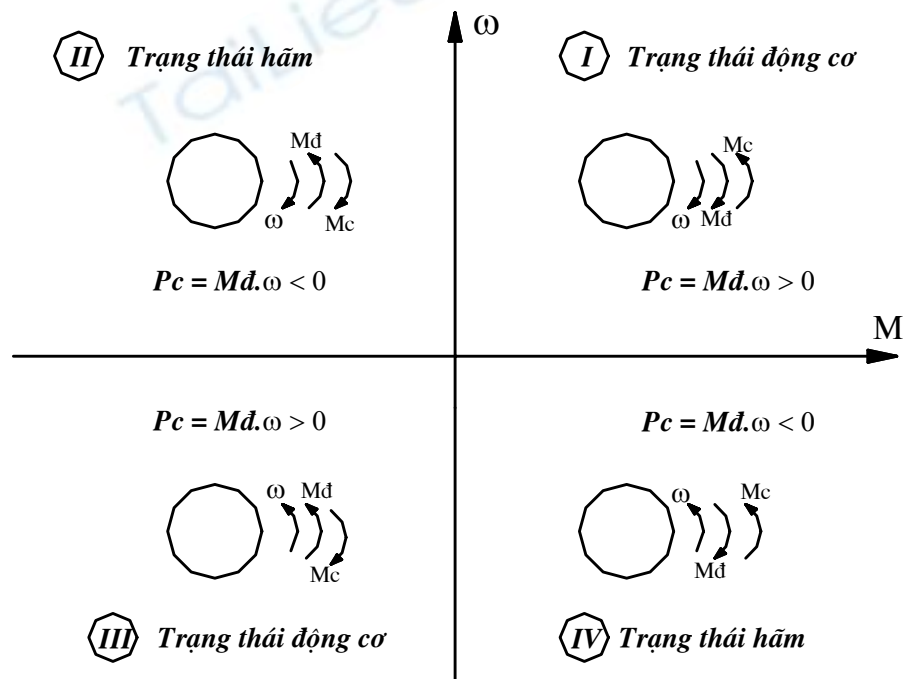
Trong hệ TĐĐ bao giờ cũng có quá trình biến đổi năng lượng điện - cơ. Chính quá trình biến đổi này quyết định trạng thái làm việc của động cơ điện. Người ta định nghĩa như sau: Dòng công suất điện $P_{\text{điện}}$ có giá trị dương nếu như nó có chiều truyền từ nguồn đến động cơ và từ động cơ biến đổi công suất điện thành công suất cơ $P_{\text{cơ}} = M \cdot \omega$ cấp cho máy SX (sau khi đã có tổn thất ΔP).

Công suất cơ $P_{\text{cơ}}$ có giá trị dương nếu mômen động cơ sinh ra cùng chiều với tốc độ quay, có giá trị âm khi nó truyền từ máy sản xuất về động cơ và mômen động cơ sinh ra ngược chiều tốc độ quay.

Công suất điện $P_{\text{điện}}$ có giá trị âm nếu nó có chiều từ động cơ về nguồn.

Tùy thuộc vào biến đổi năng lượng trong hệ mà ta có trạng thái làm việc của động cơ gồm: Trạng thái động cơ và trạng thái hãm. Trạng thái hãm và trạng thái động cơ được phân bố trên đặc tính cơ $\omega(M)$ ở 4 góc phân tư như sau:

- Ở góc phân tư I, III: Trạng thái động cơ.
- Ở góc phân tư II, IV: Trạng thái hãm.

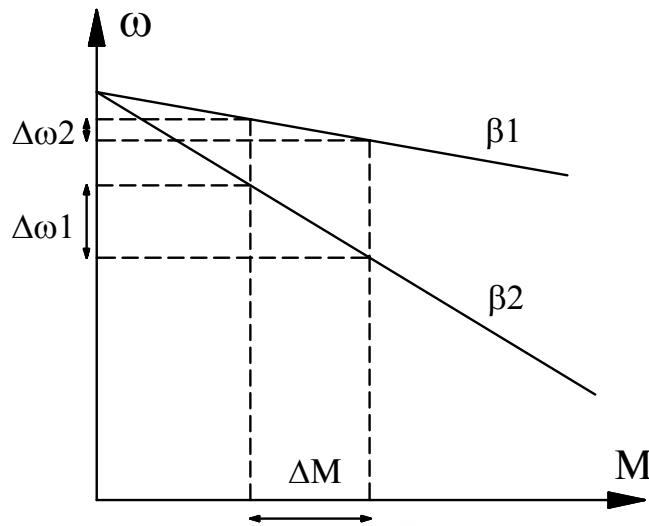


Hình 1.3 - Các trạng thái làm việc của động cơ điện.

1.2.3 Độ cứng của đặc tính cơ

Để đánh giá và so sánh các đặc tính cơ, người ta đưa ra khái niệm độ cứng đặc tính cơ β và được tính:

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$$



Hình 1.4 - Độ cứng của đặc tính cơ

Nếu $|\beta|$ bé thì đặc tính cơ là mềm ($|\beta| < 10$).

Nếu $|\beta|$ lớn thì đặc tính cơ là cứng ($|\beta| = 10 \div 100$).

Khi $|\beta| = \infty$ thì đặc tính cơ là nằm ngang và tuyệt đối cứng.

Đặc tính cơ có độ cứng β càng lớn thì tốc độ càng ít bị thay đổi khi mômen thay đổi. Ở trên hình vẽ, đường đặc tính cơ 1 cứng hơn đường đặc tính cơ 2 nên với cùng một biến động ΔM thì đặc tính cơ 1 có độ thay đổi tốc độ $\Delta\omega_1$ nhỏ hơn độ thay đổi tốc độ $\Delta\omega_2$ cho bởi đặc tính cơ 2.

1.2.4 Sự phù hợp giữa đặc tính cơ của động cơ điện và đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất

Trong hệ thống TĐĐ, động cơ điện có nhiệm vụ cung cấp động lực cho cơ cấu sản xuất. Các cơ cấu sản xuất của mỗi loại máy có các yêu cầu công nghệ và đặc điểm riêng. Máy sản xuất lại có rất nhiều loại, nhiều kiểu với kết cấu rất khác biệt. Động cơ điện cũng vậy, có nhiều loại, nhiều kiểu với các tính năng, đặc điểm riêng.

Với các động cơ điện một chiều và xoay chiều thì chế độ làm việc tối ưu thường là chế độ định mức của động cơ. Để một hệ thống TĐĐ làm việc tốt, có hiệu quả thì giữa động cơ điện và cơ cấu sản xuất phải đảm bảo có một sự phù hợp tương ứng nào đó. Việc lựa chọn hệ TĐĐ và chọn động cơ điện đáp ứng đúng các yêu cầu của cơ cấu sản xuất có ý nghĩa lớn không chỉ về mặt kỹ thuật mà cả về mặt kinh tế.

Do vậy, khi thiết kế hệ thống TĐĐ, người ta thường chọn hệ truyền động cũng như phương pháp điều chỉnh tốc độ sao cho đường đặc tính cơ của động cơ càng gần với đường đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất càng tốt. Nếu đảm bảo được điều kiện này, thì động cơ sẽ đáp ứng tốt đòi hỏi của cơ cấu sản xuất khi mômen cần thay đổi và tổn thất trong quá trình điều chỉnh là nhỏ nhất.

CHƯƠNG 2

ĐẶC TÍNH CƠ VÀ CÁC TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN (6 tiết)

2.1 Động cơ điện một chiều kích từ độc lập và kích từ song song

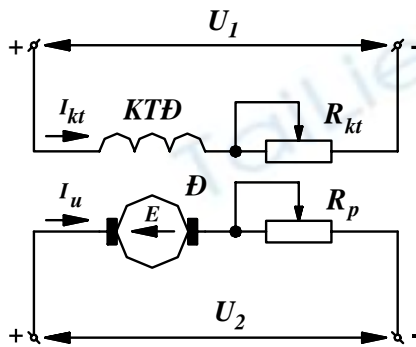
Như chúng ta đã biết trong vật lý, khi đặt vào trong từ trường một dây dẫn và cho dòng điện chạy qua dây dẫn thì từ trường sẽ tác dụng một từ lực vào dòng điện (chính là vào dây dẫn) và làm dây dẫn chuyển động. Chiều của từ lực xác định theo quy tắc bàn tay trái.

Động cơ điện nói chung và động cơ điện một chiều nói riêng hoạt động theo nguyên tắc này.

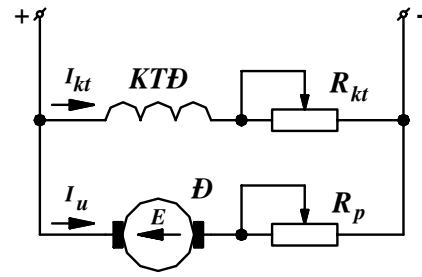
Trên các sơ đồ điện, động cơ điện một chiều được kí hiệu như hình 2.1 và hình 2.2.

2.1.1 Phương trình đặc tính cơ

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập: Cuộn kích từ được cấp điện từ nguồn một chiều độc lập với nguồn điện cấp cho rôto.



Hình 2.1- Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ độc lập



Hình 2.2 - Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ song song

Nếu cuộn kích từ và cuộn dây phần ứng được cấp điện bởi cùng một nguồn điện thì động cơ là loại kích từ song song. Trường hợp này nếu nguồn điện có công suất rất lớn so với công suất động cơ thì tính chất động cơ sẽ tương tự như động cơ kích từ độc lập.

Khi động cơ làm việc, rôto mang cuộn dây phần ứng quay trong từ trường của cuộn cảm nên trong cuộn ứng xuất hiện một sức điện động cảm ứng có chiều ngược với điện áp đặt vào phần ứng động cơ. Theo sơ đồ nguyên lý trên hình 2.1 và hình 2.2, có thể viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng (rôto) như sau:

$$U_r = E_r + (R_r + R_p) \cdot I_r \quad (2.1)$$

Trong đó:

- U_r là điện áp phần ứng động cơ, (V)
- E_r là sức điện động phần ứng động cơ (V).
- R_r là điện trở cuộn dây phần ứng
- R_p là điện trở phụ mạch phần ứng.
- I_r là dòng điện phần ứng động cơ.

$$R_r = r_r + r_{ct} + r_{cb} + r_{cp} \quad (2.2)$$

r_r - Điện trở cuộn dây phản ứng.

r_{ct} - Điện trở tiếp xúc giữa chổi than và phiến góp.

r_{cb} - Điện trở cuộn bù.

r_{cp} - Điện trở cuộn phụ.

Sức điện động phản ứng tỷ lệ với tốc độ quay của rôto:

$$E_r = \frac{p \cdot N}{2\pi a} \cdot \phi \cdot \omega = K\phi \cdot \omega \quad (2.3)$$

$K = \frac{p \cdot N}{2\pi a}$ là hệ số kết cấu của động cơ.

ϕ - Từ thông qua mỗi cực từ.

p - Số đôi cực từ chính.

N - Số thanh dẫn tác dụng của cuộn ứng.

a - Số mạch nhánh song song của cuộn ứng.

Hoặc ta có thể viết:

$$E_r = K_e \phi \cdot n \quad (2.4)$$

Và:
$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{n}{9,55}$$

Vậy:
$$K_e = K/9,55 = 0,105K$$

Nhờ lực từ trường tác dụng vào dây dẫn phản ứng khi có dòng điện, rôto quay dưới tác dụng của mômen quay:

$$M = K \cdot \phi \cdot I_r \quad (2.5)$$

Từ hệ 2 phương trình (2.1) và (2.3) ta có thể rút ra được phương trình đặc tính cơ điện biểu thị mối quan hệ $\omega = f(I)$ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập như sau:

$$\omega = \frac{U_r}{K\phi} - \frac{R_r + R_p}{K\phi} I_r \quad (2.6)$$

Từ phương trình (2.5) rút ra I_r thay vào phương trình (2.6) ta được phương trình đặc tính cơ biểu thị mối quan hệ $\omega = f(M)$ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập như sau:

$$\omega = \frac{U_r}{K\phi} - \frac{R_r + R_p}{(K\phi)^2} M \quad (2.7)$$

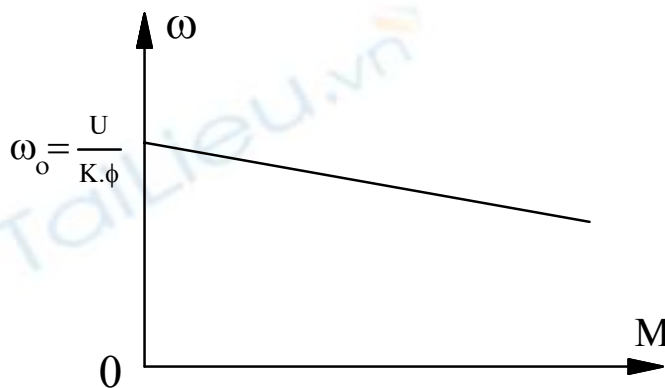
Có thể biểu diễn đặc tính cơ dưới dạng khác:

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega \quad (2.8)$$

Trong đó: $\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi}$ gọi là tốc độ không tải lý tưởng.

$$\Delta\omega = \frac{R_r + R_p}{(K\phi)^2} M \text{ gọi là độ sụt tốc độ}$$

Phương trình đặc tính cơ (2.7) có dạng hàm bậc nhất $y = B + Ax$, nên đường biểu diễn trên hệ tọa độ $M\omega$ là một đường thẳng với độ dốc âm. Đường đặc tính cơ cắt trục tung 0ω tại điểm có tung độ: $\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi}$. Tốc độ ω_0 được gọi là tốc độ không tải lý tưởng khi không có lực cản nào cả. Đó là tốc độ lớn nhất của động cơ mà không thể đạt được ở chế độ động cơ vì không bao giờ xảy ra trường hợp $M_C = 0$.

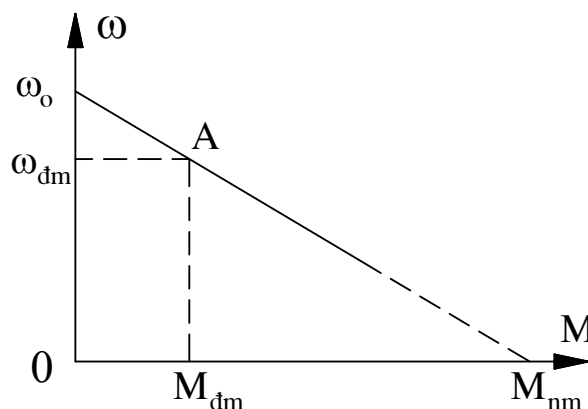


Hình 2.3 - Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi phụ tải tăng dần từ $M_C = 0$ đến $M_C = M_{dm}$ thì tốc độ động cơ giảm dần từ ω_0 đến ω_{dm} . Điểm $A(M_{dm}, \omega_{dm})$ gọi là điểm định mức.

Rõ ràng đường đặc tính cơ có thể vẽ được từ 2 điểm ω_0 và A. Điểm cắt của đặc tính cơ với trục hoành $0M$ có tung độ $\omega = 0$ và có hoành độ suy từ phương trình (2.7):

$$M = M_{nm} = K\phi_{dm} \frac{U_{dm}}{R_r} = K\phi_{dm} \cdot I_{nm} \quad (2.9)$$



Hình 2.4 - Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Mômen M_{nm} và I_{nm} gọi là mômen ngắn mạch và dòng điện ngắn mạch. Đó là giá trị mômen lớn nhất và dòng điện lớn nhất của động cơ khi được cấp điện đầy đủ mà tốc độ bằng 0. Trường hợp này xảy ra khi bắt đầu mở máy và khi động cơ đang chạy mà bị dừng lại vì bị kẹt hoặc tải lớn quá kéo không được. Dòng điện I_{nm} này lớn và thường bằng:

$$I_{nm} = (10 \div 20)I_{dm}$$

Nó có thể gây cháy hỏng động cơ nếu hiện tượng tồn tại kéo dài.

2.1.2 Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

Phương trình đặc tính cơ (2.7) cho thấy, đường đặc tính cơ bậc nhất $\omega = f(M)$ phụ thuộc vào các hệ số của phương trình, trong đó có chứa các thông số điện U , R_p và ϕ . Ta lần lượt xét ảnh hưởng của từng thông số này.

1. Trường hợp thay đổi điện áp phản ứng

Vì điện áp phản ứng không thể vượt quá giá trị định mức nên ta chỉ có thể thay đổi về phía giảm.

$$U_r \text{ biến đổi; } R_p = \text{const; } \phi = \text{const}$$

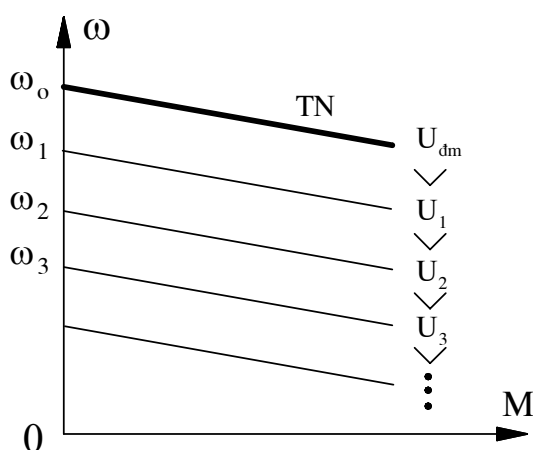
Trong phương trình đặc tính cơ, ta thấy độ dốc (hay độ cứng) đặc tính cơ không thay đổi:

$$-\frac{R_r + R_p}{(K\phi)^2} = \text{const}$$

Tốc độ không tải lý tưởng ω_0 thay đổi tỷ lệ thuận với điện áp:

$$\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi} = \text{var}$$

Như vậy khi thay đổi điện áp phản ứng ta được một họ các đường đặc tính cơ song song với đường đặc tính cơ tự nhiên và thấp hơn đường đặc tính cơ tự nhiên.



Hình 2.5 - Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi giảm điện áp phản ứng

2. Trường hợp thay đổi điện trở mạch phản ứng

Vì điện trở tổng của mạch phản ứng: $R_{r\Sigma} = R_r + R_{rf}$ nên điện trở mạch phản ứng chỉ có thể thay đổi về phía tăng R_{rf} .

$$U_r = \text{const} ; R_{rf} = \text{var} ; \phi = \text{const}$$

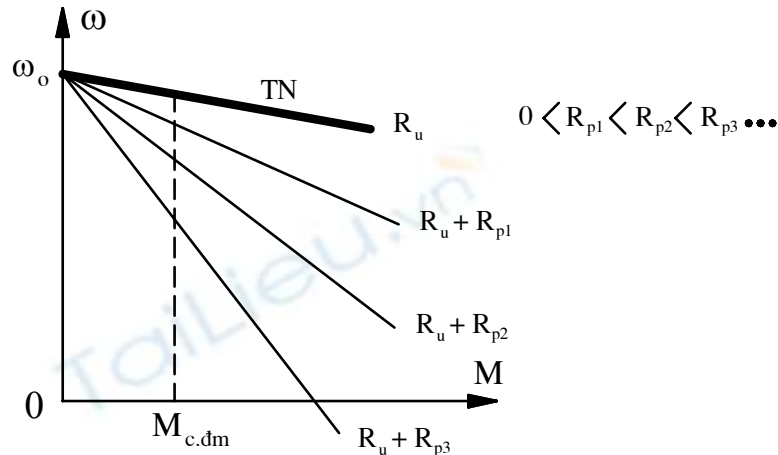
Trường hợp này, tốc độ không tải giữ nguyên:

$$\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi} = \text{const}$$

Còn độ dốc (hay độ cứng) của đặc tính cơ thay đổi tỷ lệ thuận theo $R_{u\Sigma}$

$$-\frac{R_u + R_{uf}}{(K\phi)^2} = \text{var}$$

Như vậy, khi tăng điện trở R_{uf} trong mạch phản ứng, ta được một họ các đường đặc tính cơ nhân tạo cùng đi qua điểm $(0, \omega_0)$.



Hình 2.6 - Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi tăng điện trở phụ trong mạch phản ứng.

3. Trường hợp thay đổi từ thông kích từ

$$U_r = \text{const}; R_{uf} = \text{const}; \phi = \text{var}$$

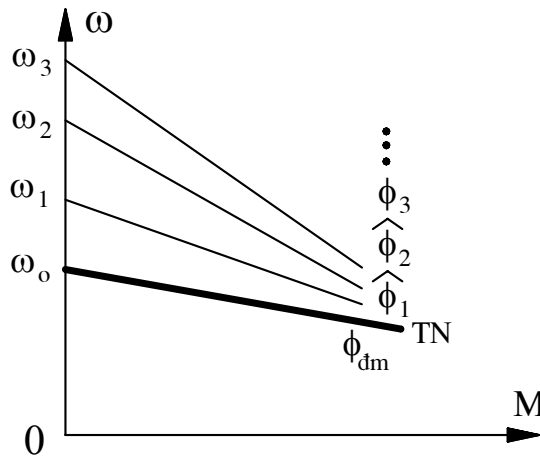
Để thay đổi từ thông ϕ , ta phải thay đổi dòng điện kích từ nhờ biến trở R_{kt} mắc ở mạch kích từ của động cơ. Vì chỉ có thể tăng điện trở mạch kích từ nhờ R_{kt} nên từ thông kích từ chỉ có thể thay đổi về phía giảm so với từ thông định mức.

Trường hợp này, cả tốc độ không tải lý tưởng và độ dốc đặc tính cơ đều thay đổi.

$$\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi} = \text{var}$$

$$-\frac{R_u + R_{uf}}{(K\phi)^2} = \text{var}$$

Khi điều chỉnh giảm từ thông kích từ, tốc độ không tải lý tưởng ω_0 tăng, còn độ cứng đặc tính cơ thì giảm mạnh. Họ đặc tính cơ nhân tạo thu được như hình 2.7.



Hình 2.7 - Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi giảm từ thông kích từ.

2.1.3 Mở máy (khởi động) động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Nếu khởi động động cơ ĐM_{đl} bằng phương pháp đóng trực tiếp thì ban đầu tốc độ động cơ còn bằng 0 nên dòng khởi động ban đầu rất lớn ($I_{nm} = U_{dm}/R_u \approx 10 \div 20 I_{dm}$).

Như vậy nó đốt nóng mạnh động cơ và gây sụt áp lưới điện. Hoặc làm cho sự chuyển mạch khó khăn, hoặc mômen mở máy quá lớn sẽ tạo ra các xung lực động làm hệ truyền động bị giật, lắc, không tốt về mặt cơ học, hại máy và có thể gây nguy hiểm như: gãy trục, vỡ bánh răng, đứt cáp, đứt xích... Tình trạng càng xấu hơn nếu như hệ TĐĐ thường xuyên phải mở máy, đảo chiều, hãm điện thường xuyên như ở máy cán đảo chiều, cần trục, thang máy...

Để đảm bảo an toàn cho máy, thường chọn:

$$I_{kdbd} = I_{nm} \leq I_{cp} = 2,5 I_{dm}$$

Muốn thế, người ta thường đưa thêm điện trở phụ vào mạch phân ứng ngay khi bắt đầu khởi động, và sau đó thì loại dần chúng ra để đưa tốc độ động cơ lên xác lập.

$$I_{kdbd} = I_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_u + R_{rf}} = (2 \div 2,5) I_{dm} \leq I_{cp} \quad (2.10)$$

Công suất động cơ lớn thì chọn I_{nm} nhỏ.

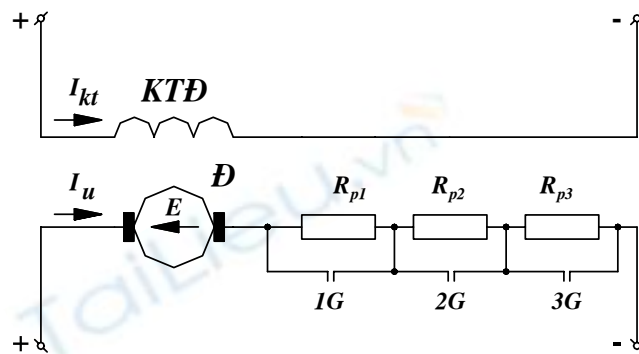
Trong quá trình mở máy, tốc độ động cơ ω tăng dần, sức điện động của động cơ $E_u = K \cdot \phi \cdot \omega$ cũng tăng dần và dòng điện động cơ bị giảm:

$$I = \frac{U - E_u}{R_u + R_p} \quad (2.11)$$

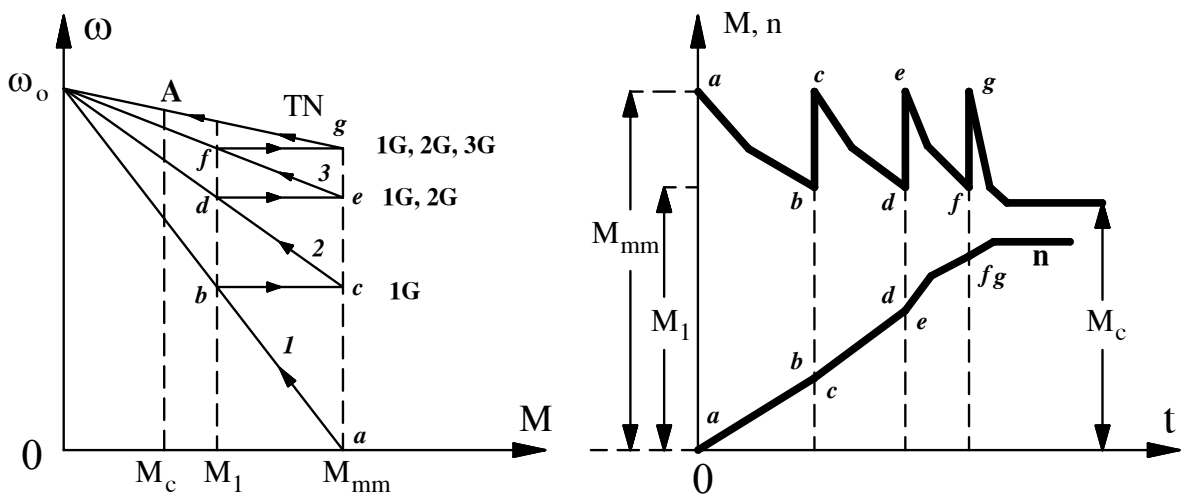
do đó mômen động cơ cũng giảm. Động cơ mở máy trên đường đặc tính cơ như hình 2.8b.

Nếu cứ giữ nguyên R_p trong mạch phân ứng thì khi tốc độ tăng theo đường đặc tính 1 tới điểm B, mômen động cơ giảm từ mômen M_{mm} xuống bằng mômen cản M_c , động cơ sẽ quay ổn định với tốc độ thấp ω_b . Do vậy, khi mômen giảm đi một mức nào đó (chẳng hạn M_2) thì phải cắt dần điện trở phụ để động cơ tiếp tục quá trình mở máy cho đến điểm làm việc A trên đường đặc tính tự nhiên.

Khi bắt đầu cấp điện cho động cơ với toàn bộ điện trở khởi động, mômen ban đầu của động cơ sẽ có giá trị là M_{mm} . Mômen này lớn hơn mômen cản tĩnh M_c do đó động cơ bắt đầu được gia tốc. Tốc độ càng tăng lên thì mômen động cơ càng giảm xuống theo đường cong ab. Trong quá trình đó mômen động (chênh lệch giữa mômen động cơ và mômen cản: $\Delta M = M_D - M_c$) giảm dần nên hiệu quả gia tốc cũng giảm theo. Đến một tốc độ nào đó, ứng với điểm b, tiếp điểm 1G đóng lại, một đoạn điện trở khởi động bị nối tắt. Và ngay tại tốc độ đó, động cơ chuyển sang làm việc ở điểm c trên đường đặc tính cơ thứ 2. Mômen động cơ lại tăng lên, gia tốc lớn hơn và sau đó gia tốc lại giảm dần khi tốc độ tăng, mômen động cơ giảm dần theo đường cong cd. Tiếp theo quá trình lại xảy ra tương tự như vậy: sau khi đóng tiếp điểm 2G mômen động cơ giảm theo đường ef và đến điểm f tiếp điểm 3G đóng lại thì động cơ chuyển sang làm việc trên đặc tính cơ tự nhiên.



Hình 2.8a - Sơ đồ mở máy động cơ điện một chiều kích từ độc lập qua 3 cấp điện trở

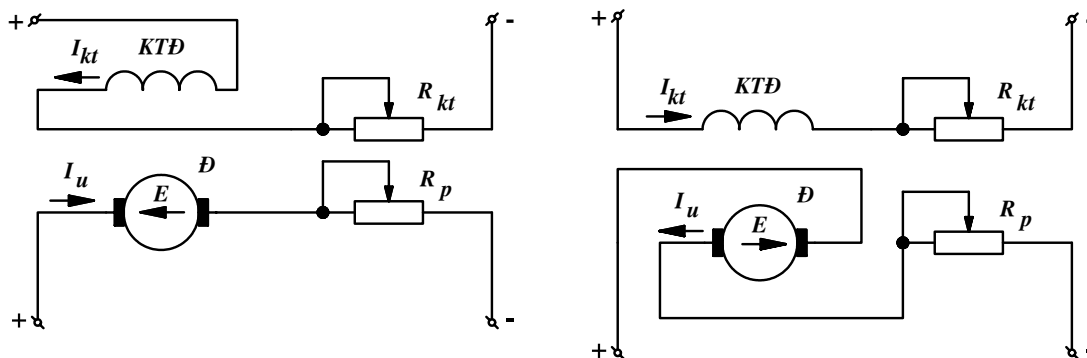


Hình 2.8b,c - Đặc tính cơ lúc mở máy động cơ điện một chiều kích từ độc lập qua 3 cấp điện trở.

2.1.4 Đảo chiều quay động cơ

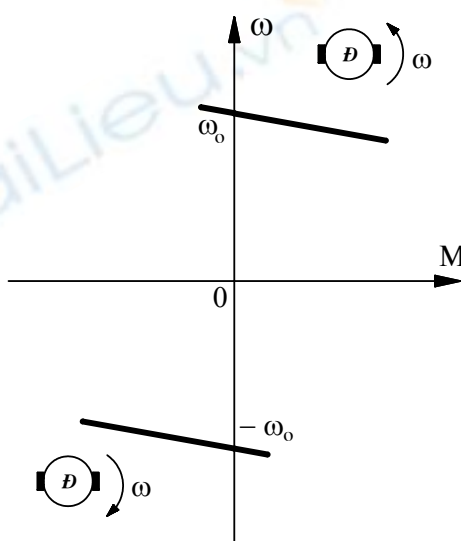
Chiều từ lực tác dụng vào dòng điện được xác định theo quy tắc bàn tay trái. Khi đảo chiều từ thông hay đảo chiều dòng điện thì từ lực có chiều ngược lại. Vậy muốn đảo chiều quay của động cơ điện một chiều ta có thể thực hiện một trong hai cách:

- Hoặc đảo chiều từ thông (bằng cách đảo chiều dòng điện kích từ).
- Hoặc đảo chiều dòng điện phần ứng.



Hình 2.9 - Sơ đồ nối dây động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi đảo chiều từ thông hoặc khi đảo chiều dòng điện phản ứng

Đường đặc tính cơ của động cơ khi quay thuận và quay ngược là đối xứng nhau qua gốc tọa độ.



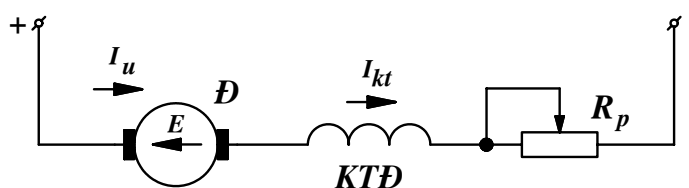
Hình 2.10 - Đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ độc lập khi đảo chiều quay

Phương pháp đảo chiều từ thông thực hiện nhẹ nhàng vì mạch từ thông có công suất nhỏ hơn mạch phản ứng. Tuy vậy, vì cuộn kích từ có số vòng dây lớn, hệ số tự cảm lớn, do đó thời gian đảo chiều tăng lên. Ngoài ra, dùng phương pháp đảo chiều từ thông thì từ thông qua trị số 0 có thể làm tốc độ động cơ tăng quá cao.

2.2 Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

2.2.1 Phương trình đặc tính cơ

Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp có cuộn kích từ mắc nối tiếp với cuộn dây phản ứng như sơ đồ nguyên lý ở hình 2.11.

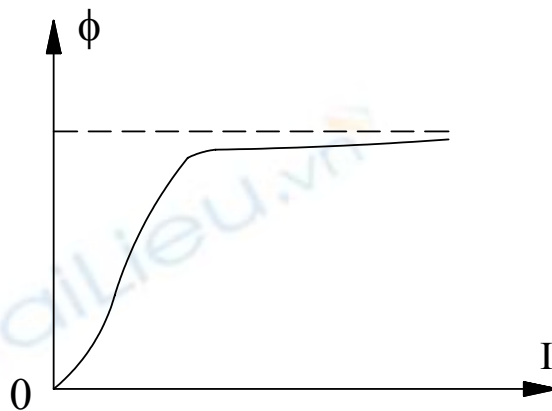


Hình 2.11 - Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Với cách mắc nối tiếp, dòng điện kích từ bằng dòng điện phần ứng $I_{kt} = I_r$ nên cuộn dây kích từ nối tiếp có tiết diện dây lớn và số vòng dây ít. Từ thông của động cơ phụ thuộc vào dòng điện phần ứng, tức là phụ thuộc vào tải:

$$\phi = K' \cdot I_r$$

Trong đó K' là hệ số phụ thuộc vào cấu tạo của cuộn dây kích từ. Phương trình trên chỉ đúng khi mạch từ không bão hòa từ và khi dòng điện $I_r < (0,8 \div 0,9)I_{dm}$. Tiếp tục tăng I_r thì tốc độ tăng từ thông ϕ chậm hơn tốc độ tăng I_r rồi sau đó khi tải lớn ($I_r > I_{dm}$) thì có thể coi $\phi = \text{const}$ vì mạch từ đã bị bão hòa.



Hình 2.12 - Sự phụ thuộc giữa từ thông và dòng phần ứng (cũng là dòng kích từ) động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Xuất phát từ các phương trình cơ bản của động cơ điện một chiều nói chung:

$$U_r = E_r + (R_r + R_{ur}) \cdot I_r$$

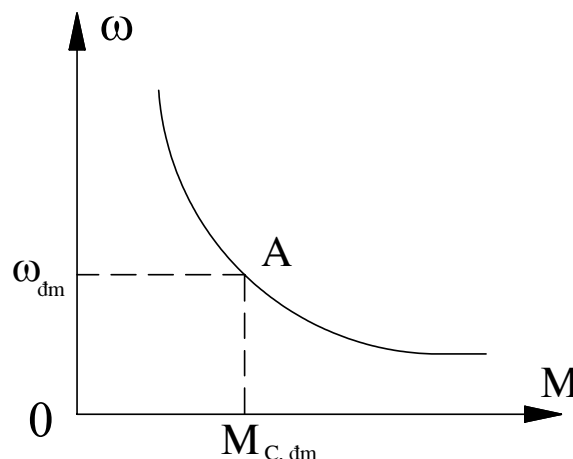
$$E_r = K \cdot \phi \cdot \omega$$

$$M = K \cdot \phi \cdot I_r = K \cdot K' \cdot I_r^2 \quad (2.12)$$

Ta có thể tìm được phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp:

$$\omega = \frac{U}{\sqrt{K \cdot K'} \cdot \sqrt{M}} - \frac{R_{u\Sigma}}{K \cdot K'} \quad (2.13)$$

Đồ thị đường đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp là một đường hyperbol.



Hình 2.13 - Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.

Thực tế, động cơ thường được thiết kế để làm việc với mạch từ bão hòa ở vùng tải định mức. Do vậy, khi tải nhỏ, đặc tính cơ có dạng đường hypebol bậc 2 và mềm, còn khi tải lớn (trên định mức) đặc tính cơ có dạng gần thẳng và cứng hơn vì mạch từ đã bão hòa ($\phi = \text{const}$).

Khi $M_c = 0$ ($I_r = 0$), theo phương trình đặc tính cơ (2.13) thì trị số ω sẽ vô cùng lớn. Thực tế do có lực ma sát ở cổ trục động cơ và mạch từ khi $I_{kt} = 0$ vẫn còn có từ dư ($\phi_{dư} \neq 0$) nên khi không tải $M_c \approx 0$, tốc độ động cơ lúc đó sẽ là:

$$\omega_0 = \frac{U}{K\phi_{dư}} \quad (2.14)$$

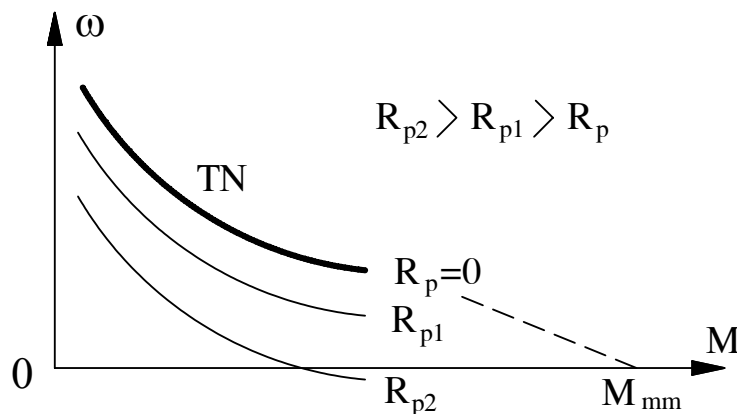
Tốc độ này không phải lớn vô cùng nhưng do từ dư $\phi_{dư}$ nhỏ nên ω_0 cũng lớn hơn nhiều so với trị số định mức $(5 \div 6)\omega_{dm}$ và có thể gây hại và nguy hiểm cho hệ TĐĐ. Vì vậy không được để động cơ một chiều kích từ nối tiếp làm việc ở chế độ không tải hoặc rơi vào tình trạng không tải. Không dùng động cơ một chiều kích từ nối tiếp với các bộ truyền đai hoặc ly hợp ma sát... Thông thường, tải tối thiểu của động cơ là khoảng $(10 \div 20)\%$ định mức. Chỉ những động cơ công suất rất nhỏ (vài chục Watt) mới có thể cho phép chạy không tải.

2.2.2 Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

Ở động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp, dòng điện phân ứng cũng là dòng điện kích từ nên khả năng tải của động cơ hầu như không bị ảnh hưởng bởi điện áp.

Phương trình đặc tính cơ $\omega = f(M)$ (2.13) của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp cho thấy đặc tính cơ bị ảnh hưởng bởi điện trở mạch động cơ (mạch phân ứng và cũng là mạch kích từ).

Đặc tính cơ tự nhiên cao nhất ứng với điện trở phụ $R_{rư} = 0$. Các đặc tính cơ nhân tạo ứng với $R_{rư} \neq 0$. Đặc tính càng thấp khi $R_{rư}$ càng lớn.



Hình 2.14 - Ảnh hưởng của điện trở mạch phân ứng tới đặc tính cơ động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.

Trị số M_{mm} suy từ phương trình đặc tính cơ khi cho $\omega = 0$

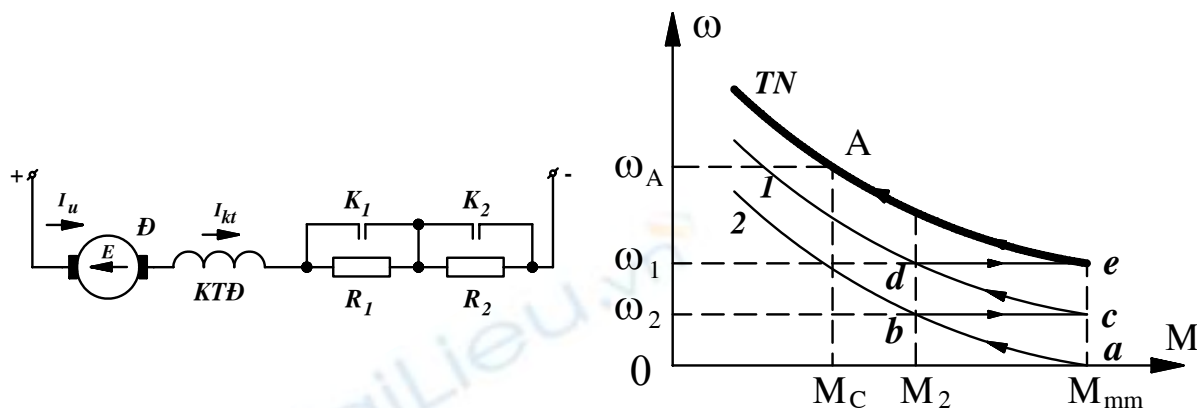
$$M_{mm} = K \cdot K' \left(\frac{U}{R_r} \right)^2 = K \cdot K' \cdot I_{mm}^2 \quad (2.15)$$

Trong đó:

$$I_{mm} = \frac{U}{R_v}$$

2.2.3 Mở máy (khởi động) động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Lúc mở máy động cơ, phải đưa thêm điện trở mở máy vào mạch động cơ để hạn chế dòng điện mở máy không được vượt quá giới hạn $2,5I_{dm}$. Trong quá trình động cơ tăng tốc, phải cắt dần điện trở mở máy và khi kết thúc quá trình mở máy, động cơ sẽ làm việc trên đường đặc tính cơ tự nhiên không có điện trở mở máy.



Hình 2.15 - Sơ đồ mở máy động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp qua 2 cấp điện trở phụ.

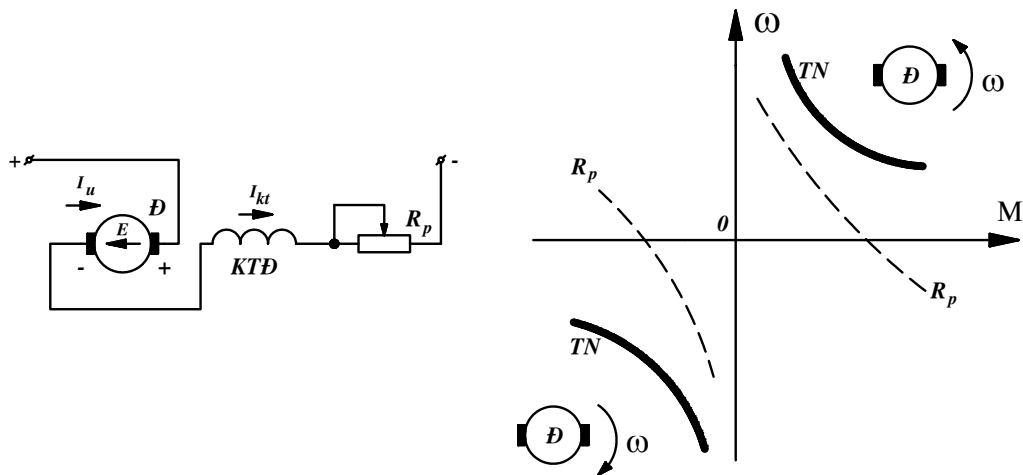
Khi động cơ được cấp điện, các tiếp điểm K_1 và K_2 mở để nối các điện trở R_1 và R_2 vào mạch động cơ. Dòng điện qua động cơ được hạn chế trong giới hạn cho phép ứng với mômen mở máy:

$$M_{mm} = M_1 = (2 \div 2,5)M_{dm}$$

Động cơ bắt đầu tăng tốc theo đặc tính cơ 1 từ điểm a đến điểm b. Cùng với quá trình tăng tốc, mômen động cơ giảm dần. Tới điểm b, tốc độ động cơ là ω_2 và mômen là $M_2 = (1,1 \div 1,3)M_{dm}$ thì tiếp điểm K_2 đóng, cắt điện trở mở máy R_2 ra khỏi mạch động cơ. Động cơ chuyển từ đặc tính cơ 2 sang làm việc tại điểm c trên đặc tính cơ 1. Thời gian chuyển đặc tính vô cùng ngắn nên tốc độ động cơ coi như giữ nguyên. Đoạn bc song song với trục hoành OM. Lúc này mômen động cơ lại tăng từ M_2 lên M_1 , động cơ tiếp tục tăng tốc nhanh theo đặc tính cơ 1. Khi mômen động cơ giảm xuống còn M_2 (ứng với tốc độ ω_1) thì điện trở mở máy R_1 còn lại được cắt nốt ra khỏi mạch động cơ nhờ đóng tiếp điểm K_1 . Động cơ chuyển sang làm việc tại điểm e trên đặc tính cơ tự nhiên và lại tăng tốc theo đặc tính này tới làm việc tại điểm A. Tại đây, mômen động cơ M_D cân bằng với mômen cản M_C nên động cơ sẽ quay với tốc độ ổn định ω_A .

2.2.4 Đảo chiều quay động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Cũng như động cơ điện một chiều kích từ song song, động cơ một chiều kích từ nối tiếp sẽ đảo chiều quay khi đảo chiều dòng điện phân ứng.



Hình 2.16 - Đảo chiều quay động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.

2.3 Các trạng thái hãm của động cơ điện một chiều

Hãm một hệ TĐĐ nhằm đạt được một trong các mục đích sau:

- Dừng hệ TĐĐ.
- Giữ hệ thống đứng yên khi hệ thống đang chịu một lực có xu hướng gây chuyển động.
- Giảm tốc hệ TĐĐ.
- Ghìm cho hệ TĐĐ làm việc với tốc độ ổn định. Ví dụ: giữ tốc độ đều khi xe điện xuống dốc, khi hạ xe kíp tải liệu, khi hạ vật cầu ở cần trục...).

Để hãm một hệ TĐĐ, có thể bằng hai phương pháp: Hãm theo phương pháp cơ hoặc hãm theo phương pháp điện (hãm điện). Hãm theo phương pháp cơ là dùng phanh cơ hoặc điện - cơ. Phanh điện - cơ thường đặt ở cổ trục động cơ và có nhiều kiểu, nhiều loại nhưng nguyên tắc hoạt động của chúng tương tự nhau. Đó là khi cấp điện cho động cơ chạy thì cuộn phanh cũng được cấp điện và cổ trục động cơ được nối lỏng. Khi cắt điện để động cơ dừng thì cuộn phanh cũng mất điện và cổ trục động cơ bị ép chặt. Với cách hãm bằng phương pháp cơ thì khó đạt được cả 4 mục đích nêu trên (2 mục đích sau cùng khó thực hiện).

Trạng thái hãm điện của động cơ là trạng thái động cơ sinh ra mômen điện từ ngược với chiều quay của rôto. Phương pháp hãm điện tỏ ra rất có hiệu lực trong tất cả các mục đích nêu trên. Khi hãm điện, trục động cơ không bị phân tử nào tỳ vào cả mà chỉ có mômen điện từ tác dụng vào rôto động cơ để cản lại chuyển động quay mà rôto đang có.

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập có 3 trạng thái hãm điện:

- Hãm tái sinh (Hãm có hoàn trả năng lượng về lưới).
- Hãm ngược.
- Hãm động năng.

Đặc điểm chung của cả 3 trạng thái hãm điện là động cơ đều làm việc ở chế độ máy phát, biến cơ năng mà hệ TĐĐ đang có qua động cơ thành điện năng để hoặc hoàn trả về lưới (hãm tái sinh) hoặc tiêu thụ thành dạng nhiệt trên điện trở hãm (hãm ngược, hãm động năng). Mômen để quay động cơ ở chế độ máy phát sẽ là mômen hãm đối với hệ TĐĐ.

2.3.1 Hãm tái sinh

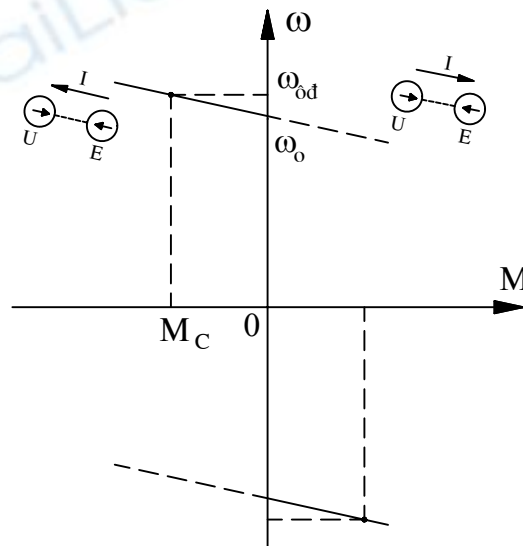
Hãm tái sinh xảy ra khi tốc độ quay của động cơ lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ($\omega > \omega_0$). Khi hãm tái sinh: $E_u > U_u$, động cơ làm việc như một máy phát song song với lưới và trả năng lượng về nguồn, lúc này thì dòng hãm và mômen hãm đã đổi chiều so với chế độ động cơ:

$$\left. \begin{aligned} I_h &= \frac{U_u - E_u}{R} = \frac{K\phi\omega_0 - K\phi\omega}{R} < 0 \\ M_h &= K\phi I_h < 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.16)$$

Trong trạng thái hãm tái sinh, tốc độ của động cơ càng tăng trên tốc độ cơ bản, trị số mômen hãm càng lớn dần lên cho đến khi cân bằng với mômen phụ tải của cơ cấu sản xuất thì hệ thống làm việc ổn định với tốc độ $\omega_{od} > \omega_0$.

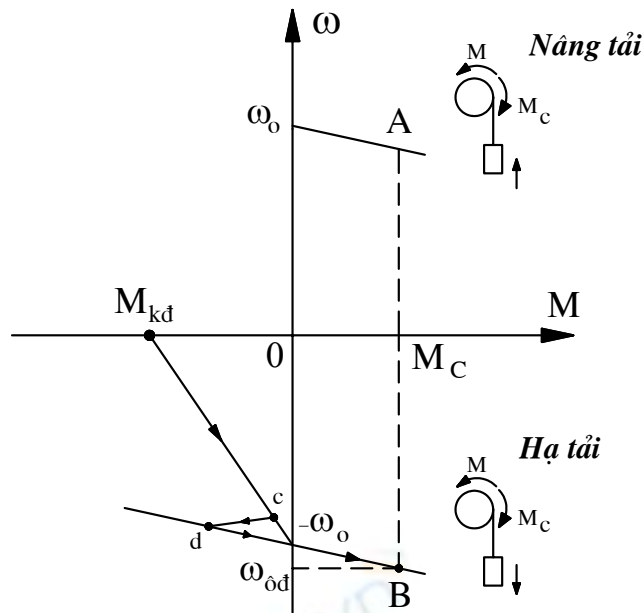
Đường đặc tính cơ ở trạng thái hãm tái sinh nằm trong góc phần tư thứ II và thứ IV của mặt phẳng tọa độ.

Trong trạng thái hãm tái sinh, dòng điện hãm đổi chiều và công suất được đưa trả về lưới điện có giá trị $P = (E-U)I$. Đây là phương pháp hãm kinh tế nhất vì động cơ sinh ra điện năng hữu ích.



Hình 2.17 - Đặc tính cơ hãm tái sinh động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

Trong thực tế, cơ cấu nâng hạ của cầu trục, thang máy, thì khi nâng tải, động cơ truyền động thường làm việc ở chế độ động cơ (điểm A). Khi hạ tải, ta đảo chiều điện áp phân ứng đặt vào động cơ. Nếu mômen do trọng tải gây ra lớn hơn mômen ma sát trong các bộ phận chuyển động của cơ cấu, động cơ sẽ làm việc ở chế độ hãm tái sinh. Để hạn chế dòng khởi động ta đóng thêm điện trở phụ vào mạch phân ứng. Tốc độ động cơ tăng dần lên, khi tốc độ động cơ gần đạt tới giá trị ω_0 ta cắt điện trở phụ (điểm c), động cơ tăng tốc độ trên đường đặc tính tự nhiên (đoạn cB). Khi tốc độ vượt quá $\omega > \omega_0$ thì mômen điện từ của động cơ đổi dấu trở thành mômen hãm. Đến điểm B thì mômen $M_h = M_C$, tải trọng được hạ với tốc độ ổn định ω_{od} trong trạng thái hãm tái sinh.



Hình 2.18 - Đặc tính hãm tái sinh khi hạ tải trọng của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.

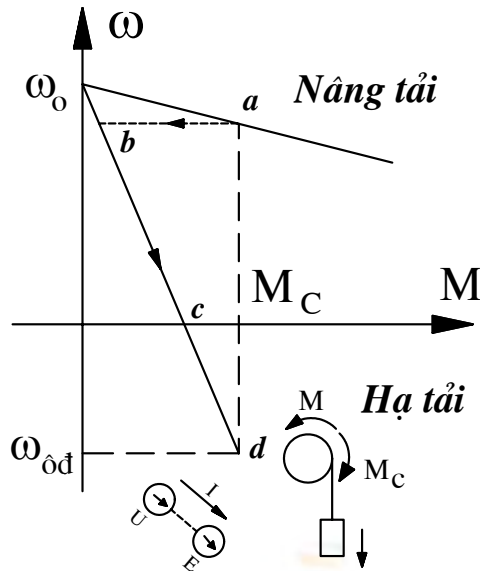
2.3.2 Hãm ngược

Hãm ngược là trạng thái của động cơ khi mômen hãm của động cơ ngược chiều với tốc độ quay ($M \uparrow \omega \downarrow$). Mômen hãm sinh ra bởi động cơ khi đó chống lại chiều quay của cơ cấu sản xuất. Hãm ngược có hai trường hợp:

a) Đưa điện trở phụ lớn vào mạch phân ứng:

Động cơ đang làm việc ở điểm a, ta đưa thêm R_p lớn vào mạch phân ứng thì động cơ sẽ chuyển sang điểm b trên đặc tính biến trở. Tại điểm b mômen do động cơ sinh ra nhỏ hơn mômen cản nên động cơ giảm tốc độ nhưng tải vẫn theo chiều nâng lên. Đến điểm c vì mômen động cơ nhỏ hơn mômen tải nên dưới tác động của tải trọng, động cơ quay theo chiều ngược lại. Tải trọng được hạ xuống với tốc độ tăng dần. Đến điểm d mômen động cơ cân bằng với mômen cản nên hệ làm việc ổn định với tốc độ hạ không đổi $\omega_{0đ}$. Đoạn cd là đoạn hãm ngược, động cơ làm việc như một máy phát nối tiếp với lưới điện, lúc này sức điện động của động cơ đảo dấu nên:

$$\left. \begin{aligned} I_h &= \frac{U_u + E_u}{R_u + R_p} = \frac{U_u + K\phi\omega}{R_u + R_p} \\ M_h &= K\phi I_h \end{aligned} \right\} \quad (2.17)$$



Hình 2.19 - Đặc tính cơ hãm ngược của ĐM_{đl} trường hợp đưa điện trở phụ vào mạch phân ứng.

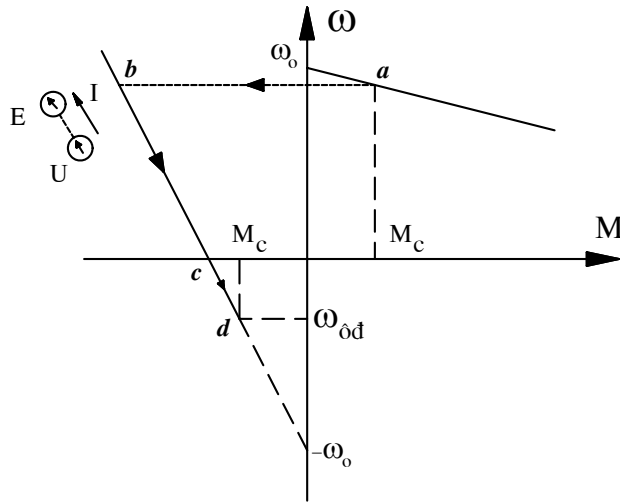
b) Hãm ngược bằng cách đảo chiều điện áp phân ứng:

Động cơ đang làm việc ở điểm a, ta đổi chiều điện áp phân ứng (vì dòng đảo chiều lớn nên phải thêm điện trở phụ vào để hạn chế) thì động cơ sẽ chuyển sang điểm b, tại điểm b mômen đã đổi chiều chống lại chiều quay của động cơ nên tốc độ giảm theo đoạn bc. Tại c nếu ta cắt động cơ khỏi điện áp nguồn thì động cơ sẽ dừng lại, còn nếu không thì tại điểm c mômen động cơ lớn hơn mômen cản nên động cơ sẽ quay ngược lại và sẽ làm việc xác lập ở d nếu phụ tải ma sát. *Đoạn bc là đoạn hãm ngược*, lúc này dòng hãm và mômen hãm của động cơ:

$$\left. \begin{aligned} I_h &= \frac{-U_r - E_r}{R_r + R_{rf}} = -\frac{U_r + K\phi\omega}{R_r + R_{rf}} < 0 \\ M_h &= K\phi I_h < 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.18)$$

Phương trình đặc tính cơ:

$$\omega = \frac{-U_r}{K\phi} - \frac{R_r + R_{rf}}{(K\phi)^2} M \quad (2.19)$$



Hình 2.20 - Đặc tính hãm ngược ĐM_{dt} trường hợp đảo chiều điện áp phần ứng.

2.3.3 Hãm động năng

a) Hãm động năng kích từ độc lập:

Động cơ đang làm việc với lưới điện (điểm a), thực hiện cắt phần ứng động cơ ra khỏi lưới điện và đóng vào một điện trở hãm R_h , do động năng tích lũy trong động cơ, cho nên động cơ vẫn quay và nó làm việc như một máy phát biến cơ năng thành nhiệt năng trên điện trở hãm và điện trở phần ứng.

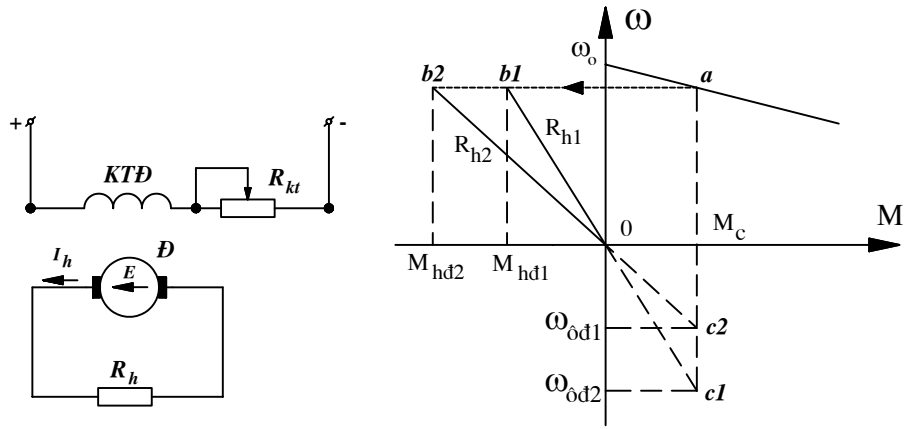
Phương trình đặc tính cơ khi hãm động năng:

$$\omega = -\frac{R_r + R_h}{(K\phi)^2} M \quad (2.20)$$

Tại thời điểm hãm ban đầu, tốc độ hãm ban đầu là ω_{hd} nên sức điện động ban đầu, dòng hãm ban đầu và mômen hãm ban đầu:

$$\left. \begin{aligned} E_{hd} &= K\phi\omega_{hd} \\ I_{hd} &= -\frac{E_{hd}}{R_r + R_h} = -\frac{K\phi\omega_{hd}}{R_r + R_h} < 0 \\ M_{hd} &= K\phi I_{hd} < 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.21)$$

Trên đồ thị đặc tính cơ hãm động năng ta thấy rằng nếu mômen cản là phản kháng thì động cơ sẽ dừng hẳn (các đoạn b_10 hoặc b_20), còn nếu mômen cản là thế năng thì dưới tác dụng của tải sẽ kéo động cơ quay theo chiều ngược lại ($0c_1$ hoặc $0c_2$).



Hình 2.21 - Sơ đồ hãm động năng kích từ độc lập của ĐM_{đl}

b) Hãm động năng tự kích từ:

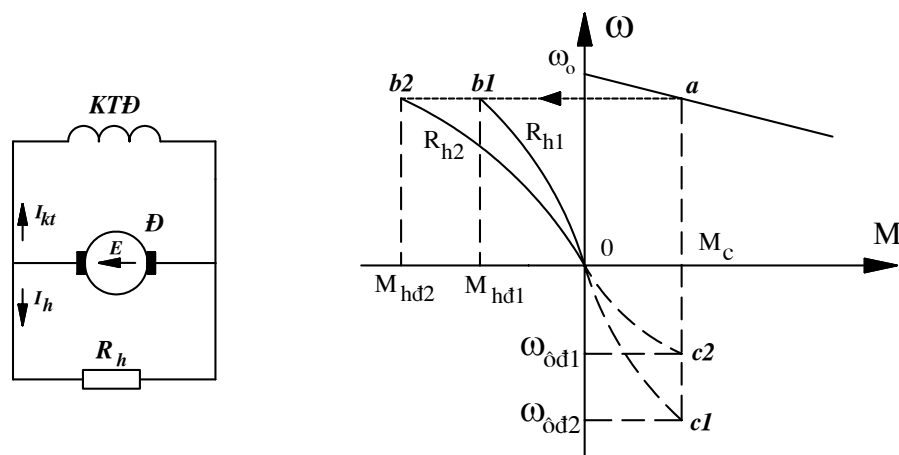
Nhược điểm của hãm động năng kích từ độc lập là nếu mất điện lưới thì không thể thực hiện hãm được do cuộn dây kích từ vẫn phải nối với nguồn. Muốn khắc phục nhược điểm này người ta thường sử dụng phương pháp hãm động năng tự kích từ.

Động cơ đang làm việc với lưới điện (điểm a), thực hiện cắt cả phần ứng và kích từ của động cơ ra khỏi lưới điện và đóng vào một điện trở hãm R_h , do động năng tích lũy trong động cơ, cho nên động cơ vẫn quay và nó làm việc như một máy phát tự kích biến cơ năng thành nhiệt năng trên các điện trở.

Phương trình đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ:

$$\omega = - \frac{R_r + \frac{R_h \cdot R_{kt}}{R_h + R_{kt}}}{(K\phi)^2} M \quad (2.22)$$

Trên đồ thị đặc tính cơ hãm động năng tự kích từ ta thấy rằng trong quá trình hãm, tốc độ giảm dần và dòng kích từ cũng giảm dần, do đó từ thông của động cơ cũng giảm dần và là hàm của tốc độ, vì vậy các đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ giống như đặc tính không tải của máy phát tự kích từ.



Hình 2.22 - Sơ đồ hãm động năng tự kích của ĐM_{đl}.

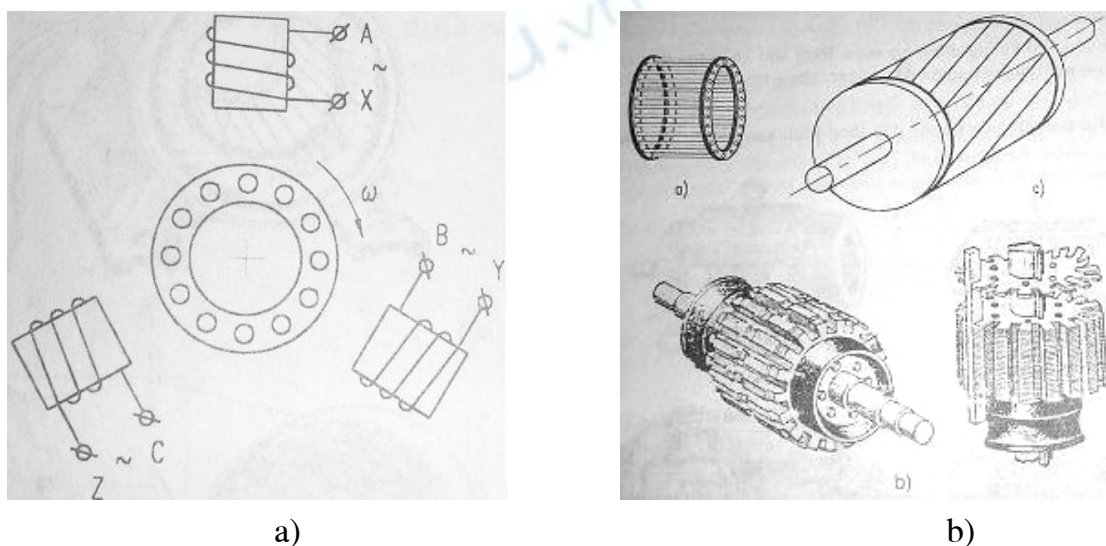
So với phương pháp hãm ngược, hãm động năng có hiệu quả hơn khi có cùng tốc độ hãm ban đầu, nhất là tổn thất năng lượng hơn.

2.4 Động cơ điện xoay chiều ba pha không đồng bộ (KĐB)

2.4.1 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Như đã biết trong vật lý, khi cho dòng điện 3 pha vào 3 cuộn dây đặt lệch nhau 120° trong không gian thì từ trường tổng do 3 cuộn dây tạo ra là một từ trường quay. Nếu trong từ trường quay này có đặt các thanh dẫn điện thì từ trường quay sẽ quét qua các thanh dẫn điện và làm xuất hiện một sức điện động cảm ứng trong các thanh dẫn.

Nối các thanh dẫn với nhau và làm một trục quay thì trong các thanh dẫn sẽ có dòng điện (ngắn mạch) có chiều xác định theo quy tắc bàn tay phải. Từ trường quay lại tác dụng vào chính dòng cảm ứng này một từ lực có chiều xác định theo quy tắc bàn tay trái và tạo ra một mômen làm quay lồng trụ và các thanh dẫn theo chiều quay của từ trường quay. Để mômen đều hơn, các thanh dẫn thường được đặt hơi chéo.



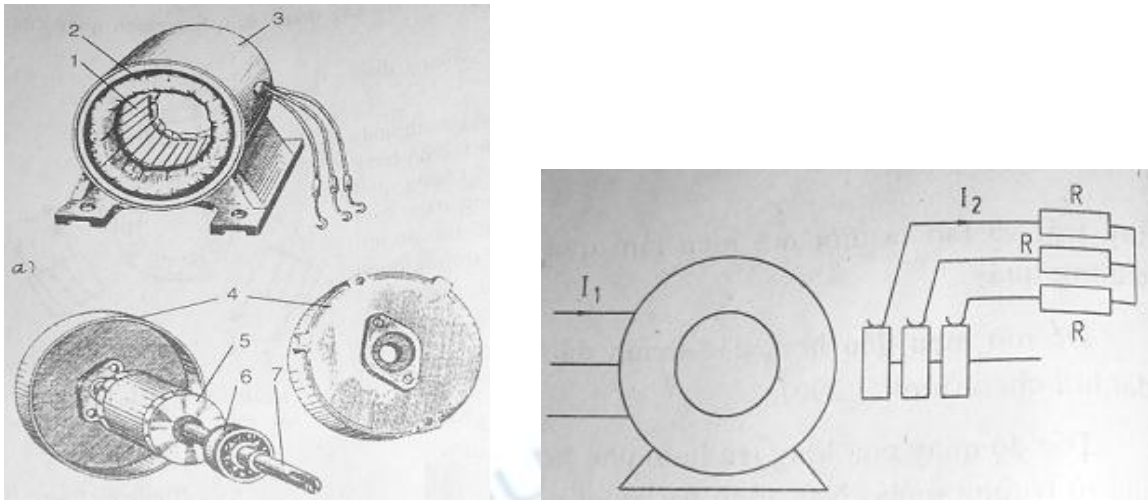
Hình 2.23 - a) Nguyên lý từ trường quay
b) Cấu tạo rôto

Tốc độ quay của lồng trụ luôn nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường quay. Nếu lồng trụ quay với tốc độ bằng tốc độ của từ trường quay thì từ trường sẽ không quét qua các thanh dẫn nữa nên không có dòng điện cảm ứng và mômen quay cũng không còn. Khi đó do mômen cản, lồng trụ sẽ quay chậm lại hơn từ trường quay và các thanh dẫn lại bị từ trường quét qua, dòng điện cảm ứng lại xuất hiện và do đó lại có mômen quay làm lồng trụ tiếp tục quay nhưng với tốc độ luôn nhỏ hơn của từ trường quay.

Động cơ làm việc trên nguyên tắc này nên được gọi là không đồng bộ (hay còn gọi là động cơ dị bộ).

Động cơ có nguyên lý cấu tạo như đã xét ở trên với rotor lồng trụ ghép từ các thanh dẫn gọi là động cơ rotor lồng sóc (hay rotor ngắn mạch).

Nếu phần ứng là 3 cuộn dây nối theo hình sao Y, còn 3 đầu cuộn dây còn lại nối với 3 vòng trượt để qua 3 chổi than nối với điện trở mạch ngoài thì rotor gọi là rotor dây quấn. Động cơ gọi là động cơ rotor dây quấn. Cuộn cảm (cuộn kích từ) ở stator của động cơ có thể đấu theo hình sao Y hay theo hình tam giác Δ .



Hình 2.24 - Sơ đồ cấu tạo stator động cơ xoay chiều KĐB.

Các đại lượng liên quan đến cuộn cảm (mạch stator) có chỉ số 1 như: U_1, I_1, R_1, \dots và các đại lượng liên quan đến mạch phần ứng (mạch rotor) có chỉ số 2 như: $U_2, I_2, R_2, f_2, \dots$

Tốc độ quay của từ trường quay phụ thuộc vào số đôi cực từ p , số đôi cực từ càng lớn thì tốc độ quay của từ trường càng bị giảm. Với cuộn cảm tạo ra từ trường có p đôi cực từ thì tốc độ quay giảm

p lần là $\frac{f_1}{p}$ (vg/s)

hay:
$$n_0 = \frac{60f_1}{p}, \quad (\text{vg/ph}) \quad (2.23)$$

hoặc:
$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot n_0}{60} = \frac{2\pi \cdot f_1}{p}, \quad (\text{rad/s}) \quad (2.24)$$

ω_0 là tốc độ lớn nhất mà rotor có thể đạt được nếu không có lực cản nào. Tốc độ này gọi là tốc độ đồng bộ hay là tốc độ không tải lý tưởng. Tần số lưới điện xoay chiều ở Việt Nam là 50Hz và vì p là số nguyên nên tốc độ đồng bộ thường là 3000, 1500, 1000, 750, 600, 500... (vòng/phút).

Tốc độ không đồng bộ n_2 của rotor nhỏ hơn tốc độ đồng bộ n_0 và sự sai lệch này được đánh giá qua một đại lượng gọi là độ trượt s :

$$s = \frac{n_0 - n_2}{n_0} = \frac{\omega_0 - \omega_2}{\omega_0} = 1 - \frac{\omega_2}{\omega_0} \quad (2.25)$$

Ở chế độ động cơ, độ trượt s có giá trị $0 \leq s \leq 1$.

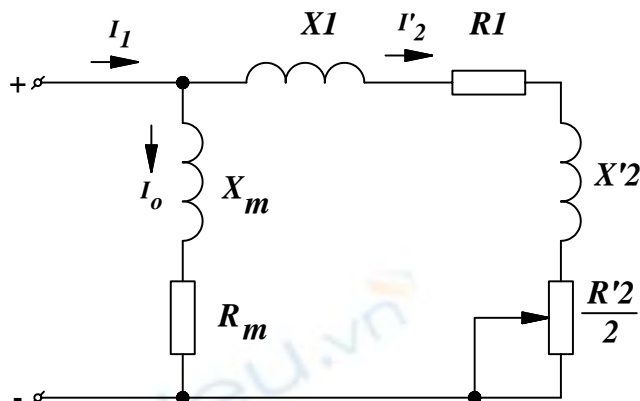
Dòng điện cảm ứng trong cuộn dây rotor cũng là dòng xoay chiều với tần số xác định qua tốc độ tương đối của rotor đối với từ trường quay:

$$f_2 = \frac{p \cdot (n_0 - n_2)}{60} = s \cdot f_1 \quad (\text{Hz}) \quad (2.26)$$

Các động cơ xoay chiều KĐB có cấu tạo đơn giản, giá thành thấp, vận hành tin cậy hơn so với động cơ một chiều nên được sử dụng rộng rãi hơn.

2.4.2 Phương trình đặc tính cơ

Khi coi 3 pha động cơ là đối xứng, được cấp nguồn bởi nguồn xoay chiều hình sin 3 pha đối xứng và mạch từ động cơ không bão hòa thì có thể xem xét động cơ qua sơ đồ thay thế 1 pha. Đó là sơ đồ điện một pha phía stator với các đại lượng điện ở mạch rôto đã quy đổi về stator.



Hình 2.25 - Sơ đồ thay thế một pha động cơ KĐB

Khi cuộn dây stator được cấp điện với điện áp định mức $U_{1ph.dm}$ trên 1 pha mà giữ yên rotor (không quay thì mỗi pha của cuộn dây rotor sẽ xuất hiện một sức điện động $E_{2ph.dm}$ theo nguyên lý của máy biến áp. Hệ số quy đổi sức điện động là:

$$k_E = \frac{E_{1ph.dm}}{E_{2ph.dm}} \quad (2.27)$$

Từ đó ta có hệ số quy đổi dòng điện:

$$k_I = \frac{1}{k_E} \quad (2.28)$$

và hệ số quy đổi trở kháng:

$$k_R = k_X = \frac{k_E}{k_I} = k_E^2 \quad (2.29)$$

Với các hệ số quy đổi này, các đại lượng điện ở mạch rotor có thể quy đổi về mạch stator theo cách sau:

- Dòng điện: $I'_2 = k_I I_2$
- Điện kháng: $X'_2 = k_X X_2$
- Điện trở: $R'_2 = k_R R_2$

Trên sơ đồ thay thế ở hình 2.25, các đại lượng khác là:

I_0 - Dòng điện từ hóa của động cơ.

R_m, X_m - Điện trở, điện kháng mạch từ hóa.

I_1 - Dòng điện cuộn dây stator.

R_1, X_1 - Điện trở, điện kháng cuộn dây stator.

Dòng điện rotor quy đổi về stator có thể tính từ sơ đồ thay thế:

$$I_2' = \frac{U_{1ph}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (2.30)$$

Khi động cơ hoạt động, công suất điện từ P_{12} từ stator chuyển sang rotor thành công suất cơ $P_{cơ}$ đưa ra trên trục động cơ và công suất nhiệt ΔP_2 đốt nóng cuộn dây:

$$P_{12} = P_{cơ} + \Delta P_2 \quad (2.31)$$

Nếu bỏ qua tổn thất phụ thì có thể coi mômen điện từ M_{dt} của động cơ bằng mômen cơ $M_{cơ}$:

$$M_{dt} = M_{cơ} = M$$

Từ đó: $P_{12} = M \cdot \omega_0 = M\omega + \Delta P_2 \quad (2.32)$

Suy ra: $M = \frac{\Delta P_2}{\omega_0 - \omega} = \frac{\Delta P_2}{s \cdot \omega_0} \quad (2.33)$

Công suất nhiệt trong cuộn dây 3 pha là:

$$\Delta P_2 = 3R_2' I_2'^2 \quad (2.34)$$

Thay vào phương trình tính mômen ta có được:

$$M = \frac{3U_{1ph}^2 R_2'}{s\omega_0 \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{nm}^2 \right]} \quad (2.35)$$

Trong đó: $X_{nm} = X_1 + X_2'$ là điện kháng ngắn mạch.

Phương trình trên biểu thị mối quan hệ $M = f(s) = f[s(\omega)]$ gọi là phương trình đặc tính cơ của động cơ điện xoay chiều 3 pha không đồng bộ.

Với những giá trị khác nhau của s ($0 \leq s \leq 1$), phương trình đặc tính cơ cho ta những giá trị tương ứng của M . Đường biểu diễn $M = f(s)$ trên hệ trục tọa độ sOM như hình 2.26, đó là đường đặc tính cơ của động cơ xoay chiều ba pha không đồng bộ.

Đường đặc tính cơ có điểm cực trị gọi là điểm tới hạn K. Tại điểm đó:

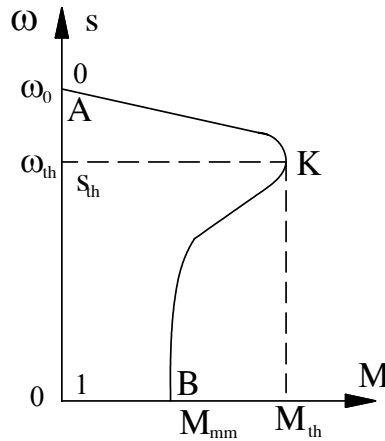
$$\frac{dM}{ds} = 0$$

Giải phương trình ta có: $s_{th} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}} \quad (2.36)$

Thay vào phương trình đặc tính cơ ta có:

$$M_{th} = \pm \frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_0 (R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2})} \quad (2.37)$$

Vì ta đang xem xét trong giới hạn $0 \leq s \leq 1$ nên giá trị s_{th} và M_{th} của đặc tính cơ chỉ ứng với dấu (+).



Hình 2.26 - Đặc tính cơ động cơ KĐB.

Ta nhận thấy, đường đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ là một đường cong phức tạp và có 2 đoạn AK và KB, phân giới bởi điểm tới hạn K.

Đoạn đặc tính AK gần thẳng và cứng. Trên đoạn này, mômen động cơ tăng thì tốc độ động cơ giảm. Do vậy, động cơ làm việc trên đoạn đặc tính này sẽ ổn định.

Đoạn KB cong với độ dốc dương. Trên đoạn này, động cơ làm việc không ổn định.

2.4.3 Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

Phương trình đặc tính cơ cho thấy đường đặc tính cơ của động cơ điện xoay chiều 3 pha KĐB chịu ảnh hưởng của nhiều thông số điện: Điện áp lưới U_{1ph} , điện trở mạch rotor R_2' , điện trở R_1 và điện kháng X_1 ở mạch stator, tần số lưới f_1 , số đôi cực p của động cơ.

Khi các thông số này thay đổi sẽ gây ra biến động các đại lượng:

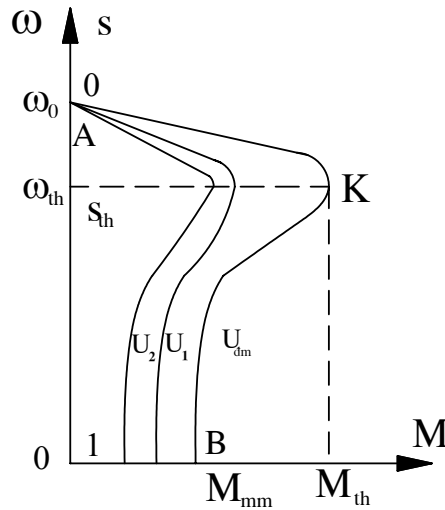
- Tốc độ đồng bộ:
$$\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p} \quad (2.38)$$

- Độ trượt giới hạn:
$$s_{th} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{mm}^2}} \quad (2.39)$$

- Mômen tới hạn:
$$M_{th} = \frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_0(R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{mm}^2})} \quad (2.40)$$

2.4.3.1 Trường hợp thay đổi điện áp U_{1ph}

Điện áp U_{1ph} đặt vào Stator động cơ chỉ có thể thay đổi về phía giảm. Khi U_{1ph} giảm thì mômen tới hạn M_{th} sẽ giảm rất nhanh theo bình phương của U_{1ph} , còn tốc độ đồng bộ ω_0 và độ trượt tới hạn s_{th} không thay đổi. Các đặc tính cơ khi giảm điện áp như hình 2.27.



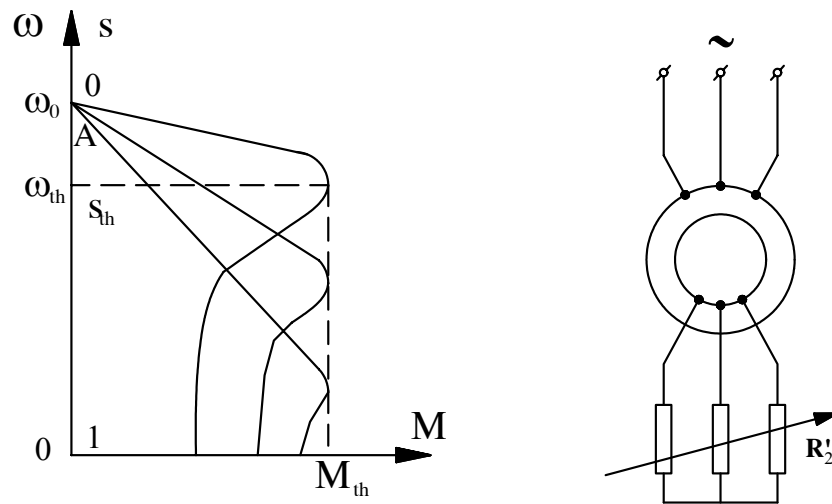
Hình 2.27 - Họ đặc tính cơ động cơ KĐB khi thay đổi điện áp U_{1ph}

2.4.3.2 Trường hợp thay đổi điện trở R_2'

Trường hợp này chỉ có đối với động cơ rotor dây quấn vì mạch rotor có thể nối với điện trở ngoài qua hệ vòng trượt - chổi than. Động cơ rotor lồng sóc (hay rotor ngắn mạch) không thể thay đổi được điện trở mạch rotor.

Việc thay đổi điện trở mạch rotor chỉ có thể thực hiện về phía tăng điện trở R_2' . Khi tăng R_2' thì độ trượt tới hạn s_{th} cũng tăng lên, còn tốc độ đồng bộ ω_0 và mômen tới hạn M_{th} giữ nguyên.

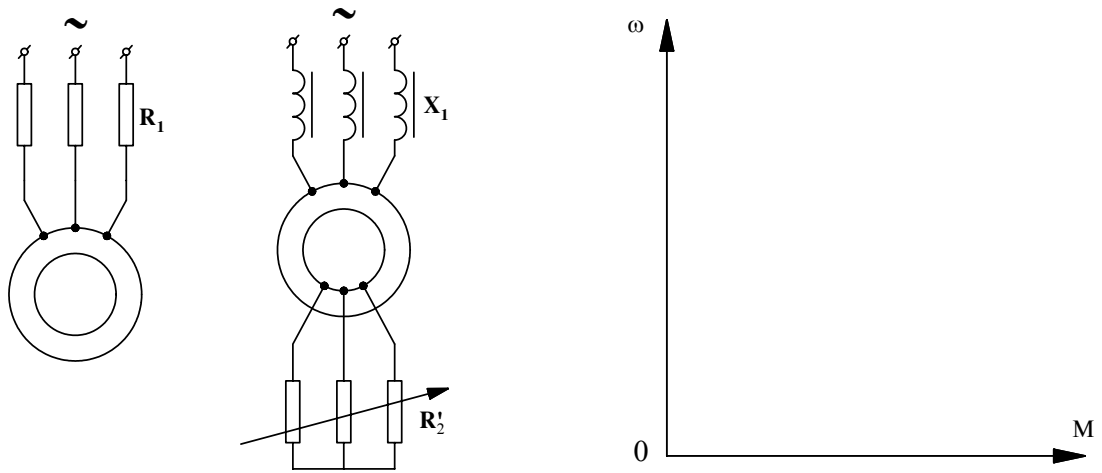
Các đặc tính cơ nhân tạo khi thay đổi điện trở mạch rotor được biểu diễn như hình vẽ. Điện trở mạch rotor càng lớn thì đặc tính càng dốc.



Hình 2.28 - Sơ đồ nối và họ đặc tính cơ động cơ KĐB khi thay đổi điện trở mạch rôto.

2.4.3.3 Trường hợp thay đổi điện trở R_1 , điện kháng X_1 ở mạch Stator

Trường hợp này cũng chỉ thay đổi về phía tăng R_1 hoặc X_1 . Sơ đồ nối dây như hình 2.28.



Hình 2.29 - Sơ đồ nối và họ đặc tính cơ động cơ KĐB khi nối thêm R_1 hoặc X_1 vào mạch stator

Khi nối thêm vào mạch Stator R_1 hoặc X_1 thì ta thấy tốc độ đồng bộ ω_0 không đổi, còn độ trượt tới hạn s_{th} và mômen tới hạn M_{th} đều giảm. Hình vẽ 2.29 biểu thị các đặc tính cơ nhân tạo khi tăng trở kháng mạch stator và khi giảm điện áp cấp cho stator. Các đặc tính được vẽ trong trường hợp này có cùng mômen mở máy M_{mm} . Đặc tính tăng X_1 (đường 2) cứng hơn đặc tính tăng R_1 (đường 3) và đặc tính tăng R_1 cứng hơn đặc tính giảm điện áp (đường 4).

2.4.3.4 Trường hợp thay đổi số đôi cực p

Khi số đôi cực thay đổi thì tốc độ đồng bộ ω_0 bị thay đổi. Thông thường, động cơ loại này được chế tạo với cuộn cảm stator có nhiều đầu dây ra để có thể đổi cách đấu dây tương ứng với số đôi cực nào đó. Tùy theo khả năng đổi nối mà động cơ KĐB được gọi là động cơ có 2,3,4... cấp tốc độ.

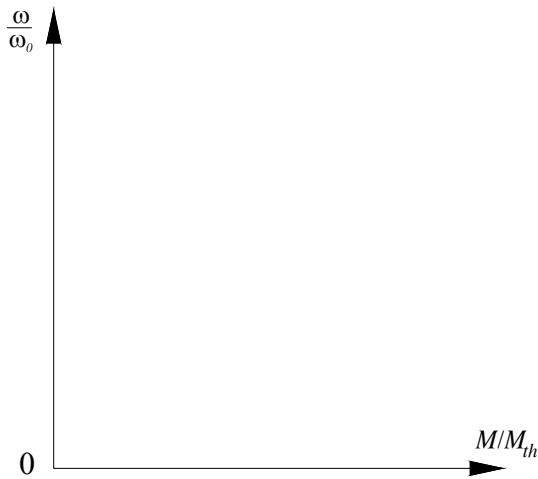
Do số đôi cực thay đổi nhờ đổi nối cuộn cảm stator nên các thông số U_{1ph} đặt vào cuộn pha, trở kháng R_1 và cảm kháng X_1 có thể bị thay đổi. Từ đó, độ trượt tới hạn s_{th} và mômen tới hạn M_{th} có thể khác đi.

2.4.3.5 Trường hợp thay đổi tần số f_1 của nguồn điện áp cấp

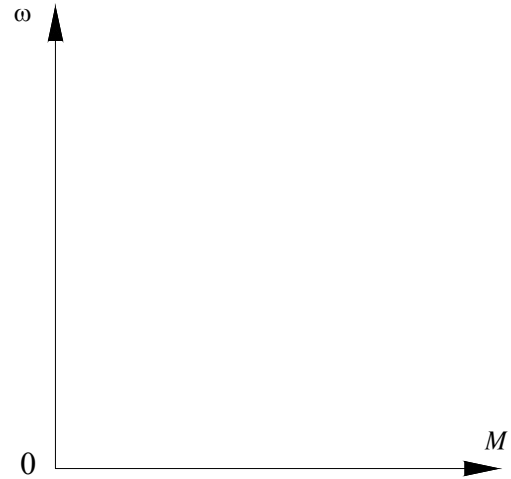
Khi thay đổi f_1 thì tốc độ đồng bộ ω_0 sẽ thay đổi, đồng thời X_1 , X_2 cũng bị thay đổi (vì $X = 2\pi fL$), kéo theo sự thay đổi cả độ trượt tới hạn s_{th} và mômen tới hạn M_{th} . Hình vẽ 2.30 biểu thị các đặc tính cơ nhân tạo khi thay đổi tần số.

Quan hệ độ trượt tới hạn theo tần số $s_{th} = f(f_1)$ và mômen tới hạn theo tần số $M_{th} = F(f_1)$ là phức tạp nhưng vì ω_0 và X_1 phụ thuộc tỉ lệ với tần số f_1 nên có thể từ các biểu thức của s_{th} và M_{th} rút ra:

$$\begin{cases} s_{th} \sim \frac{1}{f_1} \\ M_{th} \sim \frac{1}{f_1^2} \end{cases} \quad (2.41)$$



Hình 2.30 - Đặc tính cơ động cơ KDBB khi thay đổi tần số.



Hình 2.31 - Đặc tính cơ động cơ KDBB khi thay đổi tần số kết hợp với thay đổi điện áp.

Khi tần số nguồn f_1 giảm, độ trượt tới hạn s_{th} và mômen tới hạn M_{th} đều tăng lên nhưng M_{th} tăng nhanh hơn. Do vậy độ cứng của đặc tính cơ tăng lên.

Chú ý khi giảm tần số f_1 xuống dưới tần số định mức thì tổng trở của các cuộn dây giảm nên nếu giữ nguyên điện áp cấp cho động cơ sẽ dẫn đến dòng điện động cơ tăng mạnh. Vì thế khi giảm tần số nguồn xuống dưới trị số định mức cần phải đồng thời giảm điện áp cấp cho động cơ theo quan hệ:

$$\frac{U_1}{f_1} = const \quad (2.42)$$

Như vậy mômen tới hạn M_{th} sẽ giữ không đổi ở vùng $f_1 < f_{1dm}$.

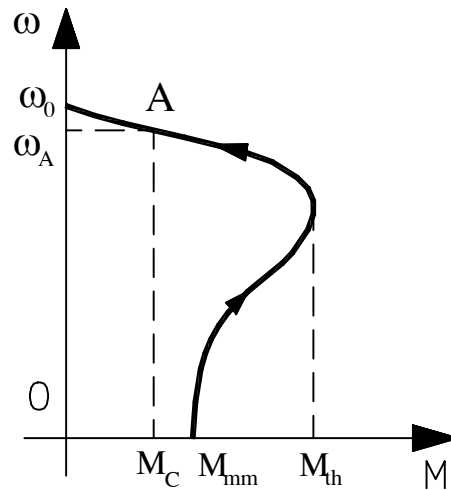
Ở vùng $f_1 > f_{1dm}$ thì không được tăng điện áp nguồn cấp mà giữ $U_1 = const$. Mômen tới hạn M_{th} sẽ giảm tỉ lệ nghịch với bình phương tần số.

2.4.4 Mở máy (khởi động) động cơ điện KĐB

Khi đóng điện trực tiếp vào động cơ KĐB để mở máy thì do lúc đầu rotor chưa quay, độ trượt lớn ($s=1$) nên s.đ.đ cảm ứng và dòng điện cảm ứng lớn.

$$I_{mm} = (5 \div 8) I_{dm}$$

Dòng điện này có trị số đặc biệt lớn ở các động cơ công suất trung bình và lớn, tạo ra nhiệt đốt nóng động cơ và gây xung lực có hại cho động cơ.



Hình 2.32 - Đặc tính động cơ KĐB khi mở máy trực tiếp.

Tuy dòng điện lớn nhưng mômen mở máy lại nhỏ: $M_{\min} = (0,5 \div 1,5)M_{\text{dm}}$.

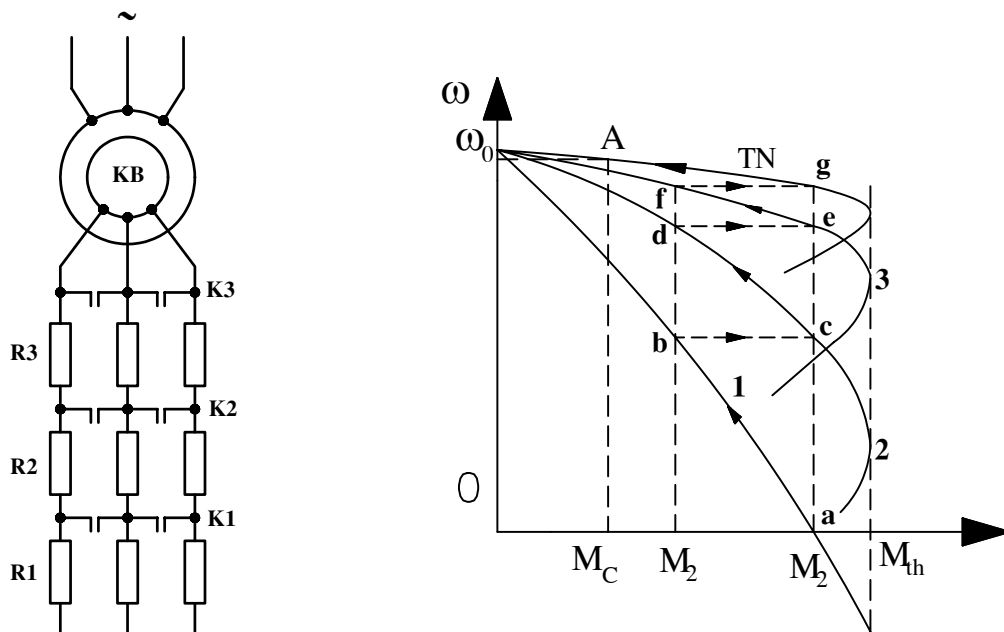
Do vậy cần phải có biện pháp mở máy. Trường hợp động cơ có công suất nhỏ thì có thể mở máy trực tiếp. Động cơ mở máy theo đặc tính tự nhiên với mômen mở máy nhỏ.

Những động cơ không mở máy trực tiếp thì có thể thực hiện một trong các phương pháp mở máy gián tiếp sau.

2.4.4.1 Phương pháp dùng điện trở mở máy ở mạch rotor

Phương pháp này chỉ dùng cho động cơ rotor dây quấn vì điện trở mở máy ở mạch ngoài mắc nối tiếp với cuộn dây rotor.

Hình 2.33 trình bày một sơ đồ mở máy qua 3 cặp điện trở phụ R_1, R_2 và R_3 ở cả 3 pha rotor. Đây là sơ đồ mở máy với các điện trở rotor đối xứng.



Hình 2.33 - Sơ đồ mở máy động cơ KĐB qua 3 cặp điện trở phụ và đặc tính cơ tương ứng.

Lúc bắt đầu mở máy, các tiếp điểm công tắc tơ K_1, K_2, K_3 đều mở, cuộn dây rotor được nối với cả 3 cấp điện trở phụ ($R_1+R_2+R_3$) nên đường đặc tính cơ là đường 1. Tới điểm b, tốc độ động cơ đạt ω_b và mômen giảm còn M_2 , các tiếp điểm K_1 đóng lại, cắt các điện trở phụ R_1 ra khỏi mạch rotor. Động cơ được tiếp tục mở máy với điện trở phụ (R_2+R_3) trong mạch rotor và chuyển sang làm việc tại điểm c trên đặc tính 2 ít dốc hơn. Mômen tăng từ M_2 lên M_1 và tốc độ động cơ lại tiếp tục tăng. Động cơ làm việc trên đường đặc tính 2 từ c đến d. Lúc này, các tiếp điểm K_2 đóng lại, nối tắt các điện trở R_2 . Động cơ chuyển sang mở máy với điện trở R_3 trong mạch rotor trên đặc tính 3 tại điểm e và tiếp tục tăng tốc tới điểm f. Lúc này các tiếp điểm K_3 đóng lại, điện trở R_3 trong mạch rotor bị loại. Động cơ chuyển sang làm việc trên đặc tính tự nhiên tại g và tăng tốc đến điểm làm việc A ứng với mômen cần M_c . Quá trình mở máy kết thúc.

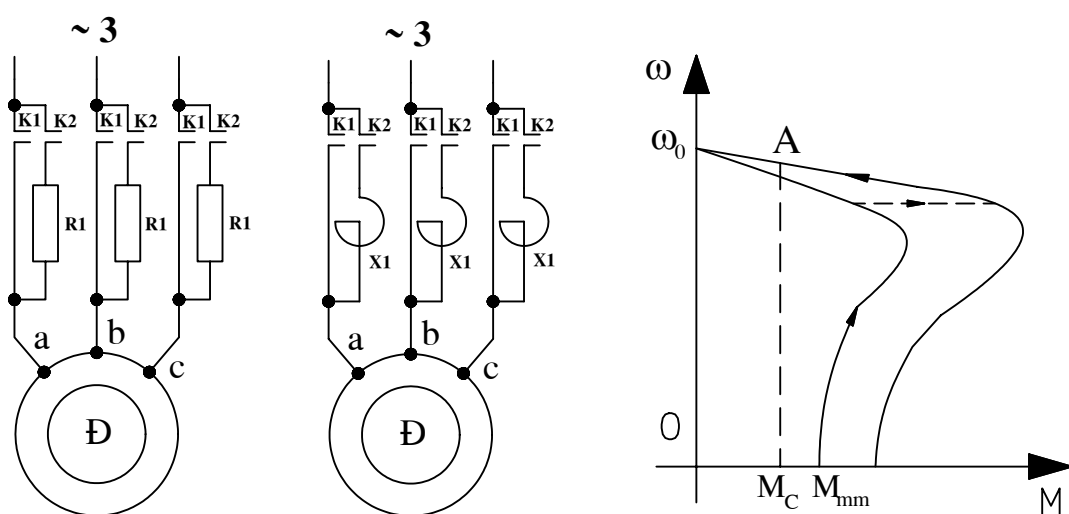
Để đảm bảo quá trình mở máy như đã xét sao cho các điểm chuyển đặc tính ứng với cùng một mômen M_2, M_1 thì các điện trở phụ tham gia vào mạch rotor lúc mở máy phải được tính chọn cẩn thận theo phương pháp riêng.

Ngoài sơ đồ mở máy với điện trở đối xứng ở mạch rotor, trong thực tế còn dùng sơ đồ mở máy với điện trở không đối xứng ở mạch rotor, nghĩa là điện trở mở máy được cắt giảm không đều trong các pha rotor khi mở máy.

2.4.4.2 Phương pháp mở máy với điện trở hoặc điện kháng nối tiếp trong mạch stator.

Phương pháp này dùng điện trở hoặc điện kháng mắc nối tiếp với mạch stator lúc mở máy và có thể áp dụng cho cả động cơ rotor lồng sóc lẫn rotor dây quấn. Do có điện trở hoặc điện kháng nối tiếp nên dòng mở máy của động cơ giảm đi, nằm trong giá trị cho phép. Mômen mở máy của động cơ cũng giảm.

Thời điểm ban đầu của quá trình mở máy, các tiếp điểm K_2 đóng lại (các tiếp điểm K_1 mở) để điện trở (hình a) hoặc điện kháng (hình b) tham gia vào mạch stator nhằm hạn chế dòng điện mở máy. Khi tốc độ động cơ đã tăng đến một mức nào đó (tùy hệ truyền động) thì các tiếp điểm K_1 đóng lại, K_2 mở ra để loại điện trở hoặc điện kháng ra khỏi mạch stator. Động cơ tăng tốc đến tốc độ làm việc. Quá trình mở máy kết thúc.



Hình 2.34 - Sơ đồ mở máy dùng R_1 và X_1 ở mạch stator và dạng đặc tính cơ khi mở máy

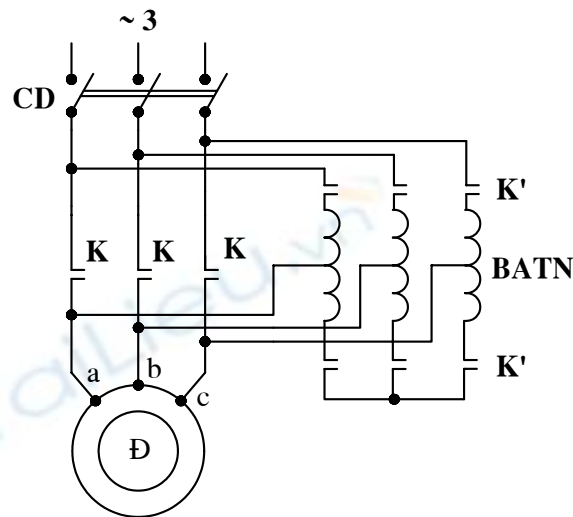
Sơ đồ hình 2.34 ở trên là mở máy với 1 cấp điện trở hoặc điện kháng ở mạch stator. Có thể mở máy với nhiều cấp điện trở hoặc điện kháng khi công suất động cơ lớn.

2.4.4.3 Phương pháp mở máy dùng máy biến áp tự ngẫu

Phương pháp này được sử dụng để đặt một điện áp thấp cho động cơ khi mở máy. Do vậy, dòng điện của động cơ khi mở máy giảm đi.

Các tiếp điểm K' đóng, K mở lúc mở máy. Khi K' mở, K đóng thì quá trình mở máy kết thúc.

Phương pháp mở máy dùng cuộn kháng X và máy biến áp tự ngẫu thích hợp cho việc mở máy các động cơ cao áp.



Hình 2.35 - Sơ đồ mở máy động cơ KĐB dùng MBA tự ngẫu.

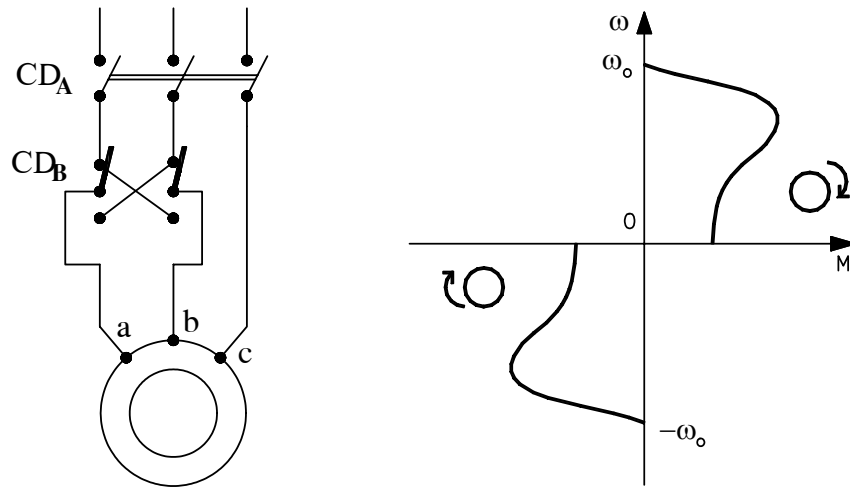
2.4.4.4 Phương pháp đổi nối Y - Δ khi mở máy

Động cơ KĐB làm việc bình thường ở sơ đồ mắc Δ các cuộn stator thì khi mở máy có thể mắc theo sơ đồ Y. Thực chất của phương pháp này là giảm điện áp đặt vào cuộn dây stator khi đổi nối vì $U_{ph} = U_d$ khi mắc Δ, còn khi mắc Y thì điện áp giảm $\sqrt{3}$ lần:

$$U_{ph} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

2.4.5 Đảo chiều quay động cơ điện KĐB

Để đảo chiều quay của động cơ KĐB, cần đảo chiều quay của từ trường quay do stator tạo ra. Muốn vậy, chỉ cần đảo chiều hai pha bất kỳ trong 3 pha nguồn cấp cho stator. Đặc tính cơ khi đảo chiều quay nằm ở góc phần tư thứ III.

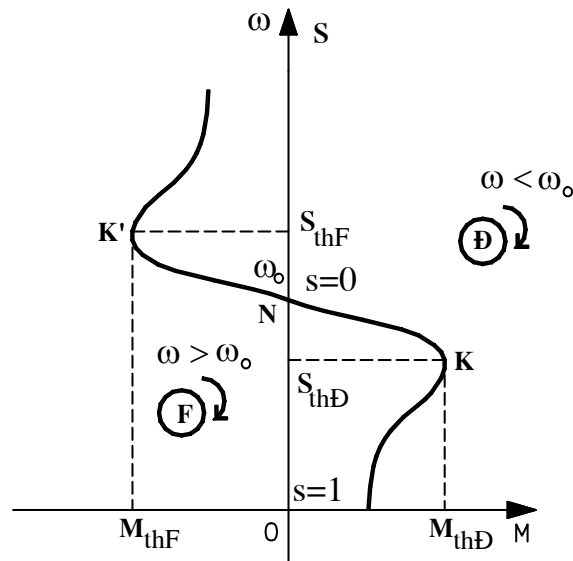


Hình 2.36 - Sơ đồ đảo chiều quay động cơ KĐB và đặc tính cơ khi đảo chiều quay.

2.5 Các trạng thái hãm của động cơ điện KĐB

2.5.1 Hãm tái sinh

Đặc tính hãm tái sinh của động cơ KĐB như hình vẽ. Động cơ điện xoay chiều KĐB ở chế độ hãm tái sinh khi tốc độ động cơ vượt quá tốc độ đồng bộ ω_0 . Khi hãm tái sinh thì động cơ làm việc ở chế độ máy phát.



Hình 2.37 - Đặc tính cơ hãm tái sinh động cơ KĐB.

Từ công thức (2.36) và (2.37), loại trừ trường hợp dấu (+) đối với chế độ động cơ ta có ở chế độ máy phát:

$$s_{th} = -\frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}} \quad (2.43)$$

$$M_{th} = -\frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_0(R_1 - \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2})} \quad (2.44)$$

Qua đó ta thấy ở chế độ máy phát, độ trượt tới hạn s_{thF} đối dấu so với động cơ, còn mômen tới hạn có trị số lớn hơn trị số mômen tới hạn ở chế độ động cơ.

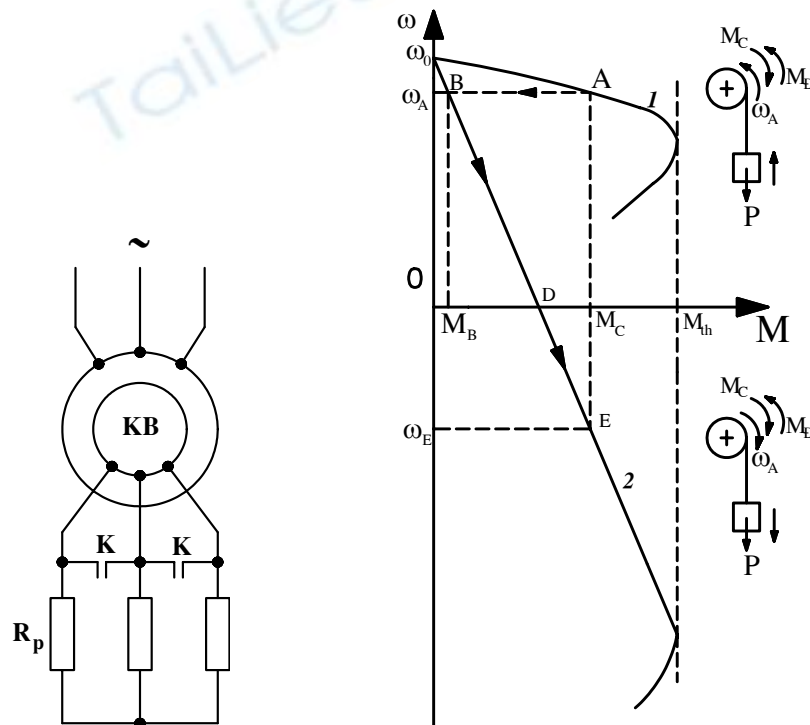
Chế độ hãm tái sinh của động cơ KĐB được thiết kế trên đoạn NK', góc phần tư thứ II.

2.5.2 Hãm ngược

a) Hãm ngược nhờ đưa điện trở phụ vào mạch phân ứng

Động cơ KĐB rôto dây quấn truyền động cho cơ cấu nâng-hạ của một cửa một cầu trục, đang làm việc nâng tải tại điểm A trên đặc tính cơ 1 ở góc phần tư thứ I với mômen cản M_C và tốc độ quay nâng ω_A (các tiếp điểm K đóng).

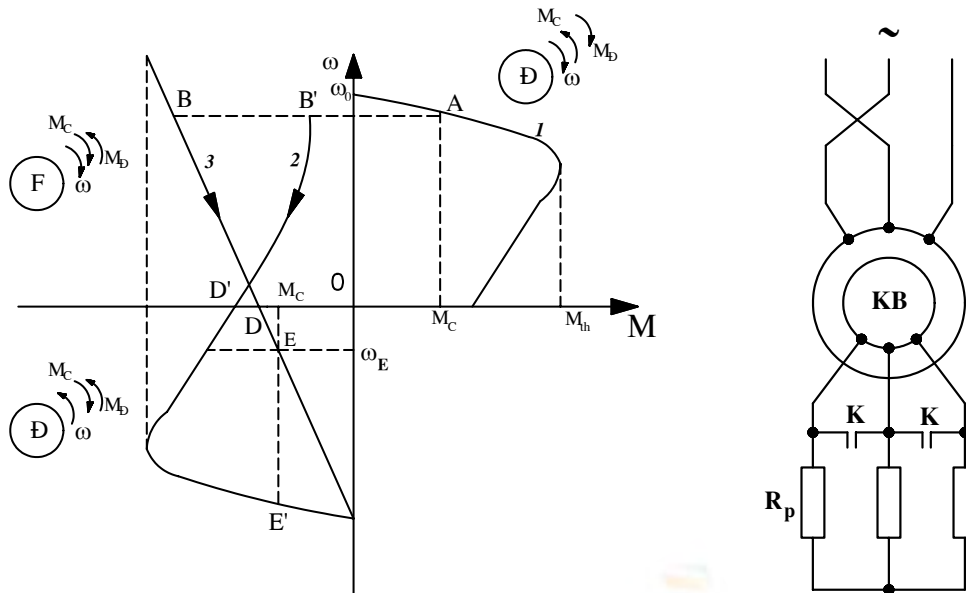
Để dừng và hạ vật xuống, ta đưa điện trở R_p đủ lớn vào mạch phân ứng (các tiếp điểm K mở ra), động cơ chuyển sang làm việc tại điểm B trên đặc tính có điện trở 2 cùng với tốc độ ω_A . Mômen của động cơ giảm xuống ($M_B < M_C$) nên tốc độ động cơ giảm. Lúc này vật P vẫn được nâng lên nhưng với tốc độ nâng nhỏ dần. Tới điểm D thì $\omega = 0$ và vật dừng lại nhưng vì mômen động cơ nhỏ hơn mômen cản ($M_D < M_C$) nên vật bắt đầu tụt xuống. Động cơ đảo chiều quay ($\omega < 0$). Động cơ bắt đầu làm việc ở trạng thái hãm ngược (tốc độ âm đi xuống, mômen dương có xu hướng kéo vật P đi lên).



Hình 2.38 - Hãm ngược động cơ KĐB nhờ đưa điện trở phụ vào mạch phân ứng.

Đặc tính hãm ngược nằm ở góc phần tư thứ IV. Điểm làm việc hãm của động cơ chuyển theo đặc tính hãm từ D đến E. Tại đây $M_D = M_E = M_C$, động cơ quay đều, hãm ghìm vật để hạ vật xuống đều với tốc độ ω_E .

b) Hãm ngược nhờ đảo chiều quay



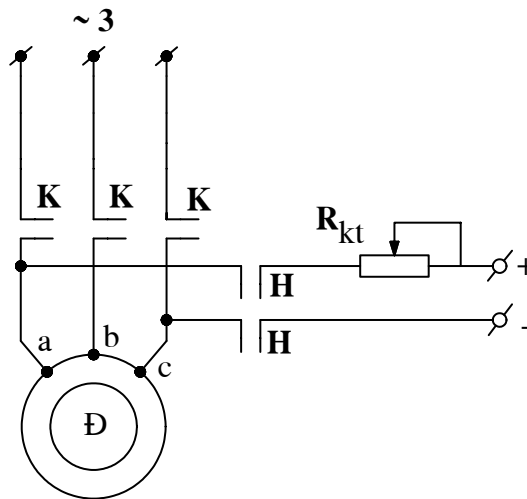
Hình 2.39 - Hãm ngược động cơ KĐB nhờ đảo chiều quay.

Động cơ điện KĐB rôto dây quấn đang làm việc với tải có mômen cản phản kháng tại điểm A trên đường đặc tính cơ 1, sơ đồ nối dây như hình vẽ. Để hãm máy, ta đổi thứ tự hai pha bất kỳ trong 3 pha cấp cho stato để đảo chiều quay động cơ. Động cơ chuyển điểm làm việc từ A trên đặc tính 1 sang điểm B' trên đặc tính 2. Do quán tính của hệ cơ, động cơ coi như giữ nguyên tốc độ ω_A khi chuyển đặc tính. Quá trình hãm ngược bắt đầu. Khi tốc độ động cơ giảm theo đặc tính hãm 2 tới điểm D' thì $\omega = 0$. Lúc này, nếu cắt điện thì động cơ sẽ dừng. Đoạn hãm ngược là B'D'. Nếu không cắt điện thì như trường hợp ở hình 2.82a, động cơ có $M_D > M_C$ nên động cơ bắt đầu tăng tốc, mở máy chạy ngược theo đặc tính cơ 2 và làm việc ổn định tại điểm E' với tốc độ ω_E theo chiều ngược.

Khi động cơ hãm ngược theo đặc tính 2, điểm B' có mômen nhỏ nên tác dụng hãm không hiệu quả. Thực tế phải tăng cường mômen hãm ban đầu ($M_{hãm} \approx 2,5M_{dm}$) nhờ vừa đảo chiều từ trường quay của stato, vừa đưa thêm điện trở phụ đủ lớn vào mạch rôto. Động cơ sẽ hãm ngược theo đặc tính 3 (đoạn BD). Tới D mà cắt điện thì động cơ sẽ dừng. Nếu không cắt điện, động cơ sẽ tăng tốc theo chiều ngược lại và làm việc tại điểm E với tốc độ $\omega_E < \omega_{E'}$. Nếu lúc này lại cắt điện trở phụ R_p thì động cơ sẽ chuyển sang làm việc trên đặc tính 2 tại điểm F và tăng tốc tới điểm E'.

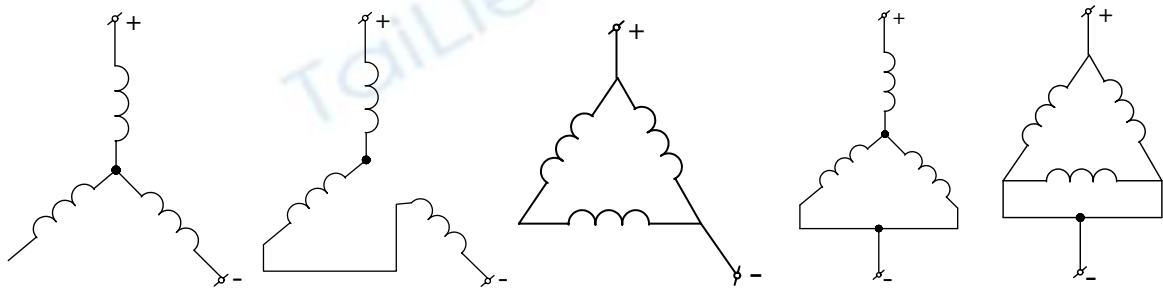
2.5.3 Hãm động năng

Để hãm động năng một động cơ điện KĐB đang làm việc ở chế độ động cơ, ta phải cắt stator ra khỏi lưới điện xoay chiều (mở các tiếp điểm K ở mạch lực) rồi cấp vào stator dòng điện một chiều để kích từ (đóng các tiếp điểm H). Thay đổi dòng điện kích từ nhờ biến trở R_{kt} .



Hình 2.40 - Sơ đồ nối dây hãm động năng động cơ KĐB.

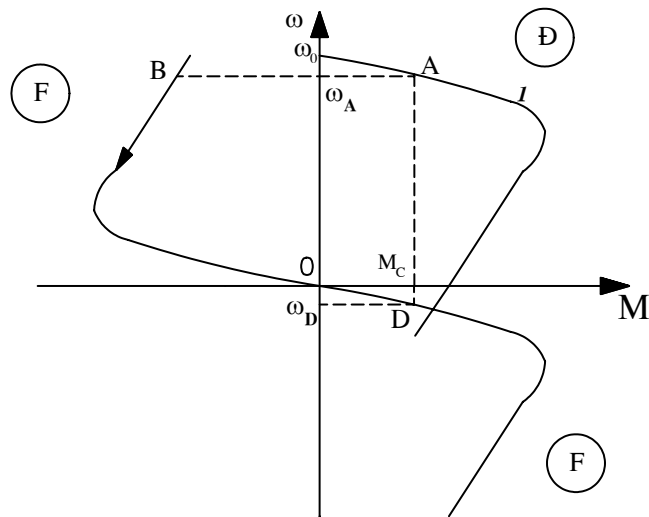
Vì cuộn dây stato của động cơ là 3 pha nên khi cấp kích từ một chiều phải tiến hành đổi nối và có thể thực hiện theo một trong các sơ đồ sau.



Hình 2.41 - Các cách cấp kích từ một chiều cho cuộn stator 3 pha khi hãm động năng động cơ KĐB.

Do động năng tích lũy, rôto tiếp tục quay theo chiều cũ trong từ trường một chiều vừa được tạo ra. Trong cuộn dây phần ứng xuất hiện một dòng điện cảm ứng. Lực từ trường tác dụng vào dòng cảm ứng trong cuộn dây phần ứng sẽ tạo ra mômen hãm và rôto quay chậm dần. Động cơ điện xoay chiều khi hãm động năng sẽ làm việc như một máy phát điện có tốc độ (do đó tần số) giảm dần. Động năng qua động cơ sẽ biến đổi thành điện năng tiêu thụ trên điện trở ở mạch rôto.

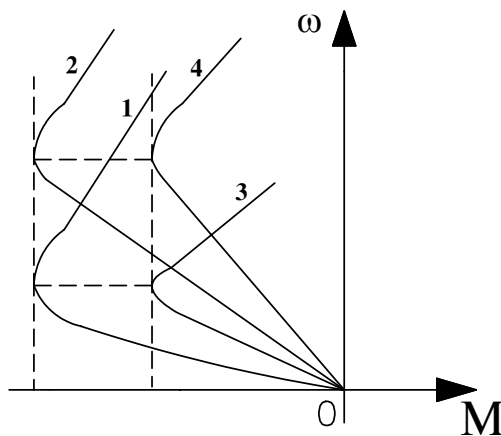
Nếu trước khi hãm, động cơ làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ 1 thì khi hãm động năng, động cơ chuyển sang làm việc tại điểm B trên đặc tính hãm động năng 2 ở góc phần tư thứ II. Đặc tính hãm động năng của động cơ xoay chiều 3 pha KĐB có dạng như hình ... Tốc độ động cơ giảm dần theo đặc tính về O trên đoạn đặc tính hãm động năng BO. Tại điểm O, động cơ sẽ dừng nếu tải là phản kháng. Nếu tải có tính chất thế năng thì tải sẽ kéo động cơ quay ngược cho đến khi ổn định tại điểm D (góc phần tư thứ IV).



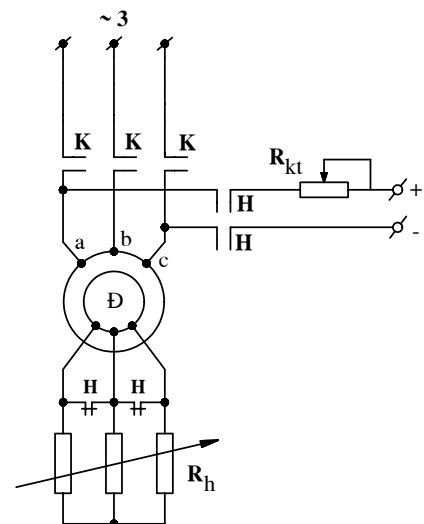
Hình 2.42 - Đặc tính cơ hãm động năng kích từ độc lập động cơ KĐB.

Điện trở mạch rôto và dòng kích từ cấp cho stato lúc hãm động năng có ảnh hưởng tới dạng đặc tính cơ khi hãm.

Trên hình vẽ 2.43, các đặc tính hãm 1 và 2 ứng với cùng một dòng kích từ như nhau ($I_{kt1} = I_{kt2}$) nhưng điện trở hãm trong mạch rôto khác nhau ($R_{h1} < R_{h2}$).



Hình 2.43-Họ các đặc tính cơ khi hãm động năng kích từ độc lập động cơ KĐB.



Hình 2.44-Sơ đồ nối dây hãm động năng kích từ độc lập động cơ KĐB.

CHƯƠNG 3

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

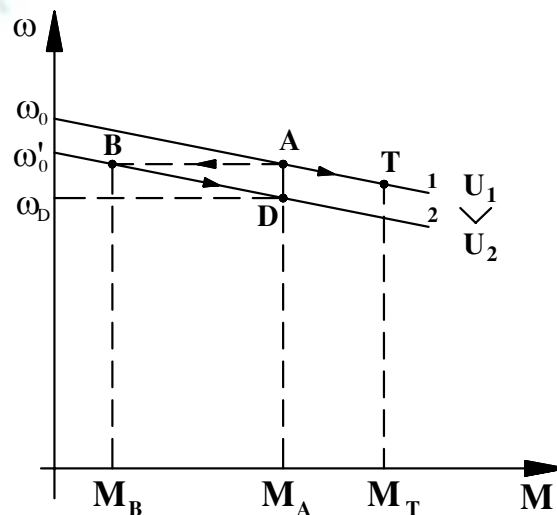
(8 tiết)

Ngày nay, đại đa số các máy sản xuất từ nhỏ đến lớn, từ đơn lẻ đến cả một dây chuyền sản xuất đều sử dụng truyền động điện (TĐĐ). Để đảm bảo những yêu cầu của các công nghệ phức tạp khác nhau, nâng cao mức độ tự động cũng như năng suất, các hệ TĐĐ thường phải điều chỉnh tốc độ, tức là cần phải điều chỉnh được tốc độ máy theo yêu cầu công nghệ. Có thể điều chỉnh tốc độ máy bằng phương pháp cơ khí hoặc bằng phương pháp điện qua việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện. Ở đây, ta chỉ xem xét việc điều chỉnh tốc độ theo phương pháp điện.

Điều chỉnh tốc độ một động cơ điện khác với việc tự thay đổi tốc độ của động cơ đó.

Ví dụ: Một động cơ điện một chiều kích từ độc lập đang làm việc tại điểm làm việc A trên đặc tính cơ 1 ứng với mômen cản M_A . Đặc tính cơ 1 ứng với điện áp đặt vào động cơ là U_1 . Vì một lý do nào đó, mômen cản tăng lên ($M_T > M_A$) làm động cơ bị giảm tốc độ. Điểm làm việc sẽ dịch chuyển theo đoạn AT về phía tốc độ giảm. Nhưng tốc độ càng giảm thì dòng điện phản ứng I_r càng tăng và mômen càng tăng. Tới điểm T thì mômen động cơ sinh ra bằng mômen cản ($M_D = M_T$). Động cơ sẽ làm việc ổn định tại điểm T với tốc độ thấp hơn ($\omega_T < \omega_A$) và dòng phản ứng lớn hơn, động cơ nóng hơn.

Đây là hiện tượng tự thay đổi tốc độ của động cơ điện, điểm làm việc của động cơ dịch chuyển trên cùng một đường đặc tính cơ.



Hình 3.1 - Sự thay đổi tốc độ động cơ khi tải thay đổi và sự điều chỉnh tốc độ động cơ ứng với cùng một mômen tải

Ở ví dụ trên, nếu mômen cản vẫn giữ nguyên giá trị M_A , động cơ đang làm việc ổn định tại điểm A trên đặc tính cơ 1, ta giảm điện áp phản ứng từ U_1 xuống U_2 (đặc tính cơ tương ứng là 2). Do quán tính cơ, động cơ chuyển điểm làm việc từ điểm A trên đường 1 sang điểm B trên đường 2 với cùng một tốc độ ω_A . Mômen của động cơ tại điểm B nhỏ hơn mômen cản A ($M_B < M_A$) nên động cơ bị giảm tốc độ. Điểm làm việc trượt xuống theo đường đặc tính cơ 2. Tốc độ động cơ càng giảm thì dòng điện phản ứng càng tăng. Tới điểm D thì mômen động cơ cân bằng với mômen cản M_A ($M_D = M_A$). Động cơ sẽ làm việc ổn định tại điểm D với tốc độ thấp hơn ($\omega_D < \omega_A$).

Đây không phải là hiện tượng tự thay đổi tốc độ do mômen cản tăng lên mà là sự điều chỉnh tốc độ động cơ (điều chỉnh giảm) trong khi mômen cản vẫn giữ nguyên. Điểm làm việc chuyển từ đặc tính cơ này sang đặc tính cơ khác do thay đổi thông số của mạch điện động cơ.

Có rất nhiều phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ. Tùy theo máy sản xuất, ta chọn một phương pháp điều chỉnh tốc độ cho phù hợp, đảm bảo quá trình sản xuất được thuận lợi, nâng cao chất lượng và năng suất.

3.1 Các chỉ tiêu đánh giá điều chỉnh tốc độ

Chất lượng của một phương pháp điều chỉnh tốc độ được đánh giá qua một số các chỉ tiêu sau đây.

3.1.1 Dải điều chỉnh tốc độ

Dải điều chỉnh tốc độ (hay phạm vi điều chỉnh tốc độ) là tỉ số giữa các giá trị tốc độ làm việc lớn nhất và nhỏ nhất của hệ TĐĐ ứng với một mômen tải đã cho:

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}$$

Dải điều chỉnh tốc độ của một hệ TĐĐ càng lớn càng tốt.

Mỗi một máy sản xuất yêu cầu một dải điều chỉnh nhất định và mỗi một phương pháp điều chỉnh tốc độ chỉ đạt được một dải điều chỉnh nào đó.

3.1.2 Độ trơn điều chỉnh

Độ trơn điều chỉnh tốc độ khi điều chỉnh được biểu thị bởi tỷ số giữa 2 giá trị tốc độ của 2 cấp kế tiếp nhau trong dải điều chỉnh:

$$\gamma = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i}$$

Trong đó: ω_i - Tốc độ ổn định ở cấp i .

ω_{i+1} - Tốc độ ổn định ở cấp $i+1$.

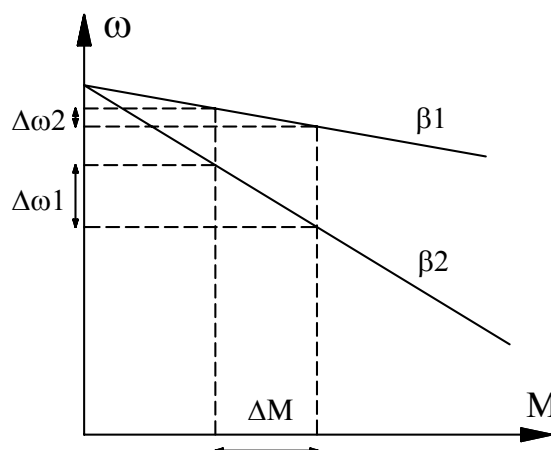
Trong một dải điều chỉnh tốc độ, số cấp tốc độ càng lớn thì sự chênh lệch tốc độ giữa 2 cấp kế tiếp nhau càng ít do đó độ trơn càng tốt.

Khi số cấp tốc độ rất lớn ($k \rightarrow \infty$) thì độ trơn điều chỉnh $\gamma \rightarrow 1$. Trường hợp này hệ điều chỉnh gọi là hệ điều chỉnh vô cấp và có thể có mọi giá trị tốc độ trong toàn bộ dải điều chỉnh.

3.1.3 Độ ổn định tốc độ (độ cứng của đặc tính cơ)

Để đánh giá và so sánh các đặc tính cơ, người ta đưa ra khái niệm độ cứng đặc tính cơ β và được tính:

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$$



Hình 3.2 - Độ cứng của đặc tính cơ

Nếu $|\beta|$ bé thì đặc tính cơ là mềm ($|\beta| < 10$).

Nếu $|\beta|$ lớn thì đặc tính cơ là cứng ($|\beta| = 10 \div 100$).

Khi $|\beta| = \infty$ thì đặc tính cơ là nằm ngang và tuyệt đối cứng.

Đặc tính cơ có độ cứng β càng lớn thì tốc độ càng ít bị thay đổi khi mômen thay đổi. Ở trên hình 3.2, đường đặc tính cơ 1 cứng hơn đường đặc tính cơ 2 nên với cùng một biến động ΔM thì đặc tính cơ 1 có độ thay đổi tốc độ $\Delta\omega_1$ nhỏ hơn độ thay đổi tốc độ $\Delta\omega_2$ cho bởi đặc tính cơ 2.

Nói cách khác, đặc tính cơ càng cứng thì sự thay đổi tốc độ càng ít khi phụ tải thay đổi nhiều. Do đó sai lệch tốc độ càng nhỏ và hệ làm việc càng ổn định, phạm vi điều chỉnh tốc độ sẽ rộng hơn.

3.1.4 Tính kinh tế

Hệ điều chỉnh có tính kinh tế khi vốn đầu tư nhỏ, tổn hao năng lượng ít, phí tổn vận hành không nhiều.

Các phương pháp điều chỉnh tốc độ qua mạch phản ứng luôn có tổn hao năng lượng lớn hơn điều chỉnh tốc độ qua mạch kích từ.

3.1.5 Sự phù hợp giữa đặc tính điều chỉnh và đặc tính tải

Khi chọn hệ điều chỉnh tốc độ với phương pháp điều chỉnh nào đó cho một máy sản xuất cần lưu ý sao cho các đặc tính điều chỉnh bám sát yêu cầu đặc tính của tải máy sản xuất. Như vậy hệ làm việc sẽ đảm bảo được các yêu cầu chất lượng, độ ổn định...

Ngoài các chỉ tiêu trên, tùy trường hợp cụ thể mà ta có thể có những đòi hỏi khác buộc hệ điều chỉnh tốc độ cần phải đáp ứng.

3.2 Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập (song song)

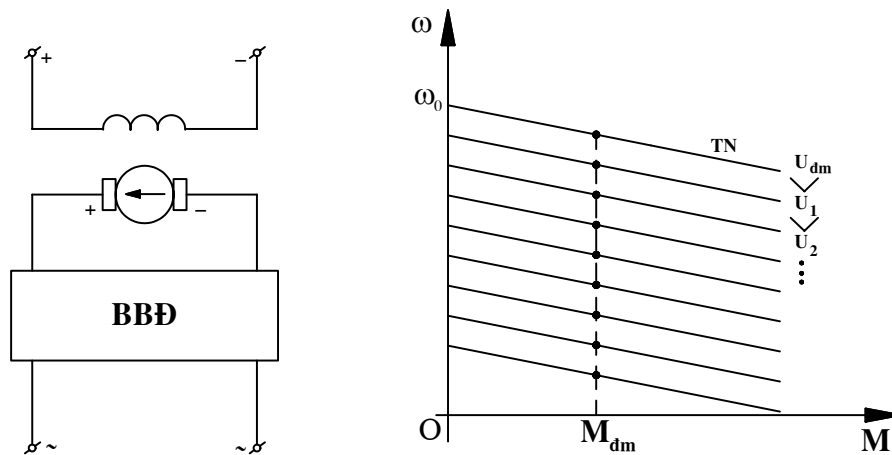
Khi xem xét phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập, ta đã biết quan hệ $\omega=f(M)$ phụ thuộc các thông số điện U, ϕ, R_{Σ} . Sự thay đổi các thông số này sẽ cho những họ đặc tính cơ khác nhau. Vì vậy, với cùng một mômen tải nào đó, tốc độ động cơ sẽ khác nhau ở các đặc tính cơ khác nhau. Như vậy, động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hay kích từ song song) có thể được điều chỉnh tốc độ bằng các phương pháp sau đây:

3.2.1 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng

Sơ đồ nguyên lý được biểu diễn như trên hình 3.3. Từ thông động cơ được giữ không đổi. Điện áp phản ứng được cấp từ một bộ biến đổi.

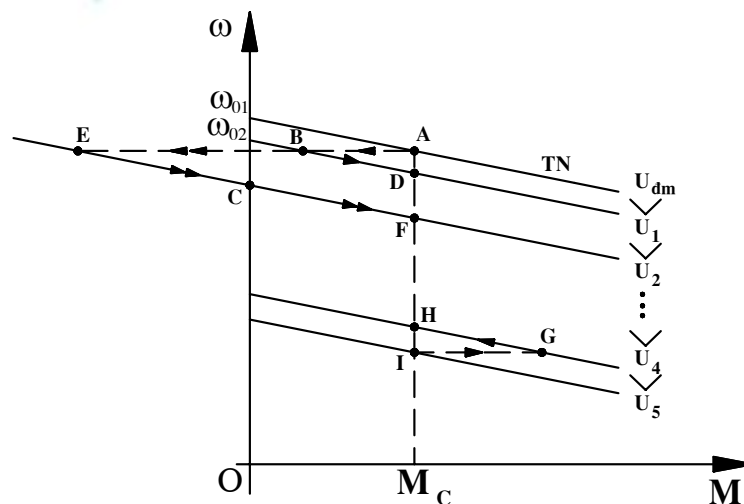
Khi thay đổi điện áp cấp cho cuộn dây phản ứng, ta có các họ đặc tính cơ ứng với các tốc độ không tải khác nhau, song song và có cùng độ cứng.

Điện áp U chỉ có thể thay đổi về phía giảm ($U < U_{dm}$) nên phương pháp này chỉ cho phép điều chỉnh giảm tốc độ.



Hình 3.3 - Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện áp phần ứng.

Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ 1 ứng với điện áp U_1 trên phần ứng. Khi giảm điện áp từ U_1 xuống U_2 , động cơ thay đổi điểm làm việc từ điểm A có tốc độ lớn ω_A trên đường 1 xuống điểm D có tốc độ nhỏ hơn ($\omega_D < \omega_A$) trên đường 2 (ứng với điện áp U_2).



Hình 3.4 - Quá trình thay đổi tốc độ khi điều chỉnh điện áp

Trong khi giảm tốc độ theo cách giảm điện áp phần ứng, nếu giảm mạnh điện áp, nghĩa là chuyển nhanh từ tốc độ cao xuống tốc độ thấp thì cùng với quá trình giảm tốc có thể xảy ra quá trình hãm tái sinh. Chẳng hạn, cũng trên hình 3.4, động cơ đang làm việc tại điểm A với tốc độ lớn ω_A trên đặc tính cơ 1 ứng với điện áp U_1 . Ta giảm mạnh điện áp phần ứng từ U_1 xuống U_3 . Lúc này động cơ chuyển điểm làm việc từ điểm A trên đường 1 sang điểm E trên đường 3 (chuyển ngang với $\omega_A = \omega_E$). Vì ω_E lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ω_{03} của đặc tính cơ 3 nên động cơ sẽ làm việc ở trạng thái hãm tái sinh trên đoạn EC của đặc tính 3.

Quá trình hãm giúp động cơ giảm tốc nhanh. Khi tốc độ xuống thấp hơn ω_{03} thì động cơ lại làm việc ở trạng thái động cơ. Lúc này do mômen $M_D = 0$ nên động cơ tiếp tục giảm tốc cho tới điểm làm việc mới tại F, vì tại F mômen động cơ sinh ra cân bằng với mômen cản M_C . Động cơ chạy ổn định tại F với tốc độ $\omega_F < \omega_A$.

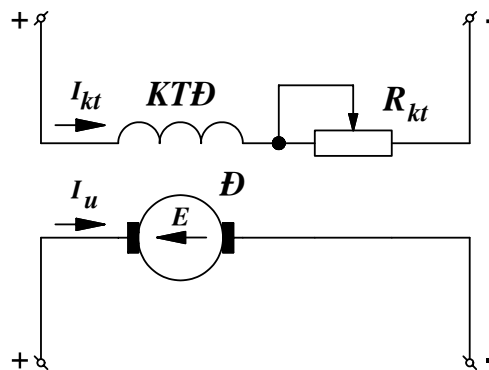
Khi tăng tốc, diễn biến của quá trình được giải thích tương tự. Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm I có tốc độ ω_I nhỏ trên đặc tính cơ 5, ứng với điện áp U_5 trên phần ứng. Tăng điện áp từ U_5 lên U_4 , động cơ chuyển điểm làm việc từ I trên đặc tính 5 sang điểm G trên đặc tính 4. Do mômen M_G lớn hơn mômen cản M_C nên động cơ tăng tốc theo đường 4 (đoạn GH). Đồng thời với quá trình tăng tốc, mômen động cơ bị giảm và quá trình tăng tốc chậm dần. Tới điểm H thì mômen động cơ cân bằng với mômen tải $M_H = M_C$ và động cơ sẽ làm việc ổn định tại điểm H với tốc độ $\omega_H > \omega_I$.

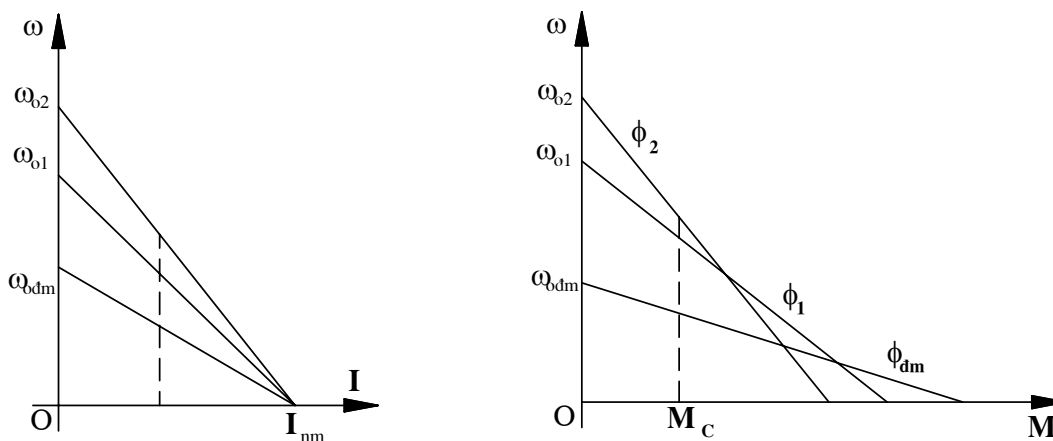
Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng biện pháp thay đổi điện áp phần ứng có các đặc điểm sau:

- Điện áp phần ứng càng giảm, tốc độ động cơ càng nhỏ.
- Điều chỉnh trơn trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ cứng đặc tính cơ giữ không đổi trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ sụt tốc tuyệt đối trên toàn dải điều chỉnh ứng với một mômen là như nhau. Độ sụt tốc tương đối sẽ lớn nhất tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh. Do vậy, sai số tốc độ tương đối (sai số tĩnh) của đặc tính cơ thấp nhất không vượt quá sai số cho phép cho toàn dải điều chỉnh.
- Dải điều chỉnh của phương pháp này có thể: $D \sim 10:1$.
- Chỉ có thể điều chỉnh tốc độ về phía giảm (vì chỉ có thể thay đổi với $U_{tr} \leq U_{dm}$).
- Phương pháp điều chỉnh này cần một bộ nguồn để có thể thay đổi trơn điện áp ra.

3.2.2 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông

Muốn thay đổi từ thông động cơ, ta tiến hành thay đổi dòng điện kích từ của động cơ qua một điện trở mắc nối tiếp ở mạch kích từ. Rõ ràng phương pháp này chỉ cho phép tăng điện trở vào mạch kích từ, nghĩa là chỉ có thể giảm dòng điện kích từ ($I_{kt} \leq I_{ktdm}$) do đó chỉ có thể thay đổi về phía giảm từ thông. Khi giảm từ thông, đặc tính dốc hơn và có tốc độ không tải lớn hơn. Họ đặc tính giảm từ thông như hình 3.5.





Hình 3.5 - Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi từ thông kích từ.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi từ thông có các đặc điểm sau:

- Từ thông càng giảm thì tốc độ không tải lý tưởng của đặc tính cơ càng tăng, tốc độ động cơ càng lớn.

- Độ cứng đặc tính cơ giảm khi giảm từ thông.

- Có thể điều chỉnh trong dải điều chỉnh: $D \sim 3:1$.

- Chỉ có thể điều chỉnh thay đổi tốc độ về phía tăng.

- Do độ dốc đặc tính cơ tăng lên khi giảm từ thông nên các đặc tính sẽ cắt nhau và do đó, với tải không lớn (M_1) thì tốc độ tăng khi từ thông giảm. Còn ở vùng tải lớn (M_2) tốc độ có thể tăng hoặc giảm tùy theo tải. Thực tế, phương pháp này chỉ sử dụng ở vùng tải không quá lớn so với định mức.

- Phương pháp này rất kinh tế vì việc điều chỉnh tốc độ thực hiện ở mạch kích từ với dòng kích từ là $(1 \div 10)\%$ dòng định mức của phần ứng. Tổn hao điều chỉnh thấp.

3.2.3 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phần ứng

Sơ đồ nguyên lý nối dây như hình 3.6. Khi tăng điện trở phần ứng, đặc tính cơ dốc hơn nhưng vẫn giữ nguyên tốc độ không tải lý tưởng. Họ đặc tính cơ khi thay đổi điện trở mạch phần ứng như hình 3.6.

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phần ứng:

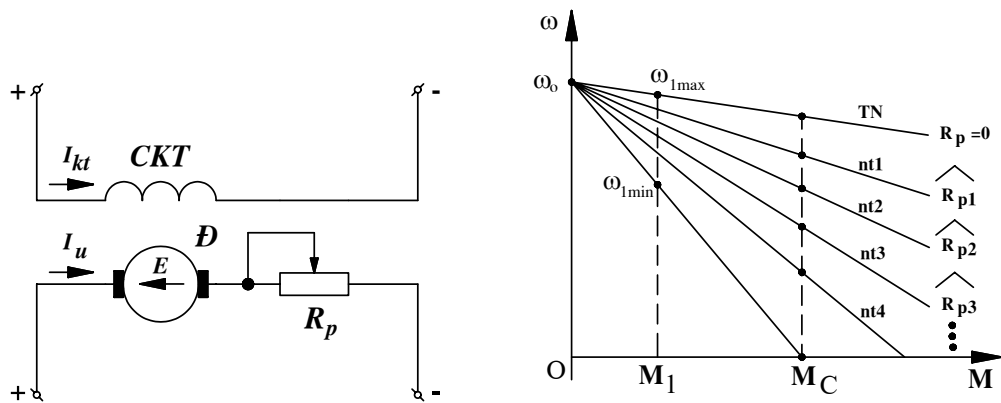
- Điện trở mạch phần ứng càng tăng, độ dốc đặc tính cơ càng lớn, đặc tính cơ càng mềm và độ ổn định tốc độ càng kém, sai số tốc độ càng lớn.

- Phương pháp chỉ cho phép điều chỉnh thay đổi tốc độ về phía giảm (do chỉ có thể tăng thêm điện trở).

- Vì điều chỉnh tốc độ nhờ thêm điện trở vào mạch phần ứng cho nên tổn hao công suất dưới dạng nhiệt trên điện trở càng lớn.

- Dải điều chỉnh phụ thuộc vào trị số mômen tải. Tải càng nhỏ (M_1) thì dải điều chỉnh

$D_1 = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}$ càng nhỏ. Nói chung, phương pháp này cho dải điều chỉnh: $D \approx 5:1$



Hình 3.6 - Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện trở phản ứng.

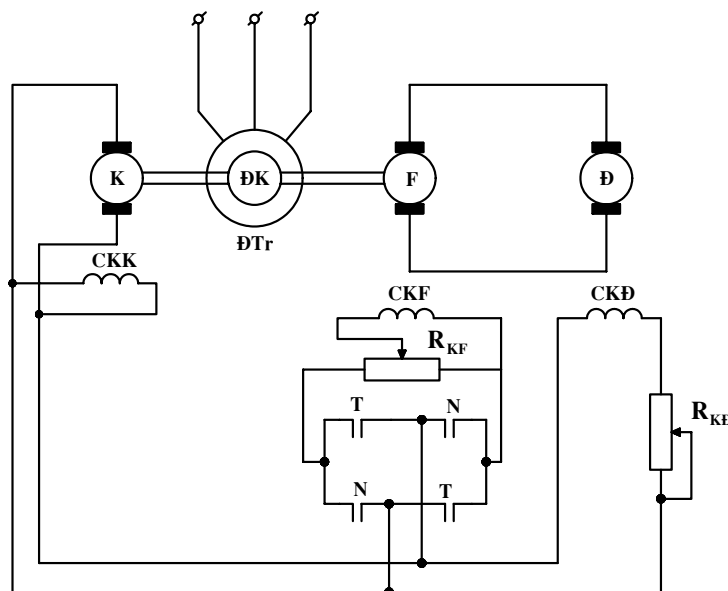
- Về nguyên tắc, phương pháp này cho điều chỉnh trơn nhờ thay đổi điện trở nhưng vì dòng rotor lớn nên việc chuyển đổi điện trở sẽ khó khăn. Thực tế thường sử dụng chuyển đổi theo từng cấp điện trở.

3.3 Các hệ thống điều chỉnh tốc độ truyền động điện một chiều (4 tiết)

3.4.1 Hệ truyền động máy phát - động cơ (F - Đ)

3.4.1.1 Hệ F - Đ đơn giản

Hệ thống máy phát - động cơ (F-Đ) là hệ truyền động điện mà BBD điện là máy phát điện một chiều kích từ độc lập. Máy phát này thường do động cơ sơ cấp không đồng bộ 3 pha quay và coi tốc độ quay của máy phát là không đổi.



Hình 3.7 - Hệ truyền động F-Đ đơn giản.

Trong sơ đồ:

- Đ : Là động cơ điện một chiều kéo cơ cấu sản xuất, cần phải điều chỉnh tốc độ.
- F : Là máy phát điện một chiều, đóng vai trò là BBD, cấp điện cho động cơ Đ.
- ĐTr : Động cơ KĐB 3 pha kéo máy phát F, có thể thay thế bằng một nguồn năng lượng khác.

- K : Máy phát tự kích, để cấp nguồn điện cho các cuộn kích từ CKF và CKĐ.

Điện áp ra của bộ biến đổi cấp cho động cơ Đ:

$$u_F = u_D = E_F - I.R_{rF} = K.\phi.\omega_{DT} - I.R_{rF}$$

Khi ta thay đổi giá trị của biến trở RKF thì sẽ làm cho dòng điện qua cuộn kích từ CKF thay đổi, do đó từ thông kích từ ϕ_F của máy phát thay đổi (giảm), dẫn đến điện áp u_F thay đổi, do đó tốc độ động cơ Đ thay đổi: $\omega < \omega_{cb}$. Như vậy, bằng cách điều chỉnh biến trở RKF, ta điều chỉnh điện áp phản ứng động cơ Đ trong khi giữ từ thông không đổi: $\phi_D = \phi_{dm}$.

Khi thay đổi giá trị của biến trở RKĐ ta có thể thay đổi từ thông kích từ động cơ Đ. Khi ϕ_D giảm thì tốc độ động cơ Đ tăng: $\omega < \omega_{cb}$. Trong khi điều chỉnh từ thông ϕ_D , ta giữ điện áp phản ứng động cơ không đổi: $U_{urD} = U_{dm}$.

Đảo chiều: Cặp tiếp điểm T đóng hoặc N đóng, dòng điện kích từ máy phát I_{CKF} đảo chiều, do đó đảo chiều từ thông ϕ_F , do đó U_F đảo dấu, dẫn đến ω đảo chiều.

Khi thực hiện hãm thì động cơ Đ sẽ qua 2 giai đoạn hãm tái sinh:

- + Tăng ϕ_D về định mức.
- + Giảm điện áp phản ứng động cơ về 0.

Nhận xét về hệ F-Đ:

- *Ưu điểm:* + Điều chỉnh tốc độ đơn giản, ít tổn năng lượng vì chỉ thực hiện trong mạch kích từ.

+ Dễ dàng đảo chiều quay bằng cách đảo chiều từ thông máy phát hoặc đảo chiều từ thông động cơ. Tuy nhiên trong thực tế thường dùng cách đảo chiều từ thông máy phát vì không thể để $\phi_D = 0$ ($\omega \rightarrow \infty$).

- *Nhược điểm:*

+ Nhược điểm quan trọng nhất của hệ F-Đ là dùng nhiều máy điện quay, trong đó ít nhất là 2 máy điện một chiều, gây ồn lớn, công suất lắp đặt máy ít nhất gấp 3 lần công suất động cơ chấp hành, dẫn đến giá thành tăng, hiệu suất thấp.

+ Ngoài ra, do các máy phát một chiều có từ dư, đặc tính từ hóa có trễ nên khó điều chỉnh sâu tốc độ.

Phạm vi điều chỉnh tốc độ:

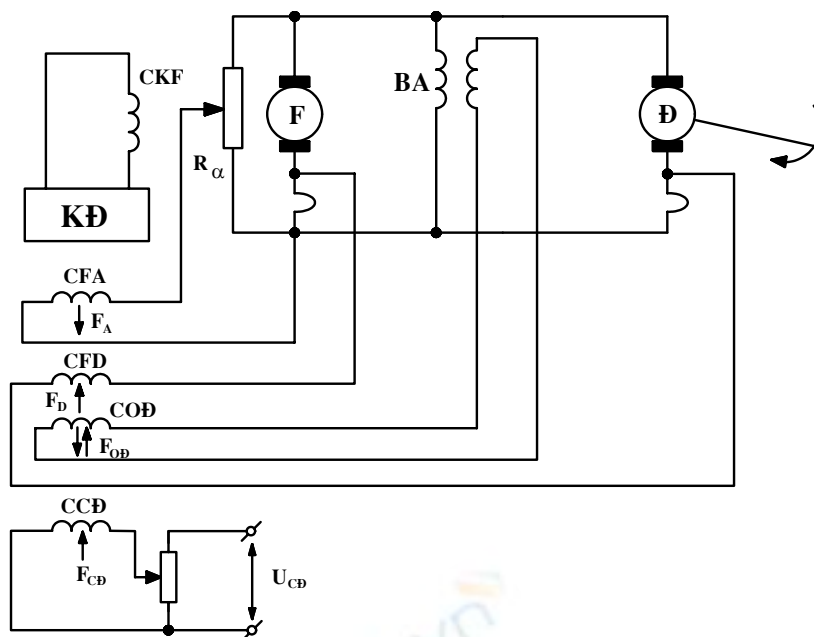
$$D = D_u.D_\phi = 10.(2\div 3)/1 = (20 \div 30)/1$$

Phạm vi điều chỉnh tốc độ bị chặn dưới bởi điện áp dư U_{dr} . Bị chặn trên bởi giới hạn cơ học.

Khi dòng kích từ $I_{CKF} = 0$ thì $U_F = U_{dr} \neq 0$, do đó tồn tại giá trị tốc độ $\omega \neq 0$. Vì vậy để giảm nhanh tốc độ động cơ về 0 ta phải thực hiện hãm động năng.

3.4.1.2 Hệ F - Đ có phản hồi âm áp, dương dòng.

Sơ đồ chỉ quan tâm đến việc cấp điện cho cuộn CKF. Cuộn CKF được cấp điện bởi một tần khuếch đại KĐ. KĐ có thể là dùng bán dẫn (Thyristor), dùng máy điện hoặc khuếch đại từ.



Hình 3.8 - Hệ truyền động F-Đ có phản hồi âm áp, dương dòng.

Giả sử KĐ là một máy điện khuếch đại từ trường ngang, gồm 4 cuộn kích từ: CCĐ, CFA, CFD, COĐ. Trong đó vai trò của các cuộn như sau:

+ **CCĐ**: Gọi là cuộn chủ đạo hay cuộn điều khiển, được cấp điện từ nguồn một chiều ổn định. Điện áp đặt vào cuộn này thay đổi được nhờ biến trở R_{CD} . Điện áp này tạo ra sức từ động F_{CD} định giá trị sức điện động máy phát, cũng là điện áp đặt lên động cơ, do đó quyết định tốc độ đặt động cơ.

+ **CFA**: Là cuộn phản hồi âm áp. Cuộn CFA nối song song với điện trở R_α (là một phần của điện trở R_1). Khi hệ F-Đ làm việc thì trên R_1 có điện áp tỉ lệ với U_F , do đó dòng điện trên cuộn CFA cũng tỉ lệ với điện áp máy phát: $I_{CFA} \sim U_F$, do đó $F_A \sim U_F$. Chiều của F_A ngược với chiều của F_{CD} , vì vậy cuộn CFA gọi là cuộn phản hồi âm áp.

+ **CFD**: Là cuộn phản hồi dương dòng. Cuộn CFD nối song song với 2 cuộn phụ của máy phát và động cơ: CPF & CPĐ. Khi hệ F-Đ làm việc thì tổng sụt áp trên CPF & CPĐ là: $\Delta U = R_{cf} \cdot I$. Trong đó: $R_{cf} = R_{CPF} + R_{CPĐ}$ là tổng trở của 2 cuộn phụ, I là dòng điện đi qua động cơ. Do đó sức từ động của cuộn CFD tỉ lệ với dòng điện qua động cơ: $F_{CFD} \sim \Delta U$ hay $F_{CFD} \sim I$, F_{CFD} cùng chiều với F_{CD} . Vì vậy cuộn CFD được gọi là cuộn phản hồi dương dòng.

+ **COĐ**: Là cuộn ổn định hay cuộn phản hồi mềm. Cuộn COĐ lấy dòng trên thứ cấp máy biến áp BA, sơ cấp của BA nối song song với máy phát. Khi hệ thống ở chế độ tĩnh thì trong cuộn sơ cấp không có phản ứng. Khi hệ thống ở chế độ động, dòng điện biến thiên, trong máy biến áp BA có tín hiệu, cuộn COĐ xuất hiện dòng điện, sinh ra sức từ động F_{OD} . Chiều của F_{OD} có xu hướng chống lại sự biến thiên đó, làm cho hệ nhanh chóng ổn định. Phản hồi này gọi là phản hồi mềm.

Sức từ động tổng kích từ của bộ khuếch đại KĐ là:

$$F_\Sigma = F_{CD} - F_{CFA} + F_{CFD} \pm F_{OD}$$

Ở chế độ tĩnh thì $F_{OD} = 0$.

Giả sử động cơ đang làm việc ổn định ở một tốc độ nào đó, vì một nguyên nhân khách quan nào đó làm cho động cơ nặng tải, tốc độ của động cơ giảm xuống, dòng điện qua động cơ tăng lên ($I = \frac{U_F - U_D}{R_\Sigma}$), vì thế F_{CFD} tăng, F_{CFA} giảm, dẫn đến sức từ động tổng F_Σ tăng, do đó U_F tăng làm tốc độ động cơ lại tăng lên bù lại phần sụt giảm tốc độ.

Phương trình đặc tính cơ - điện:

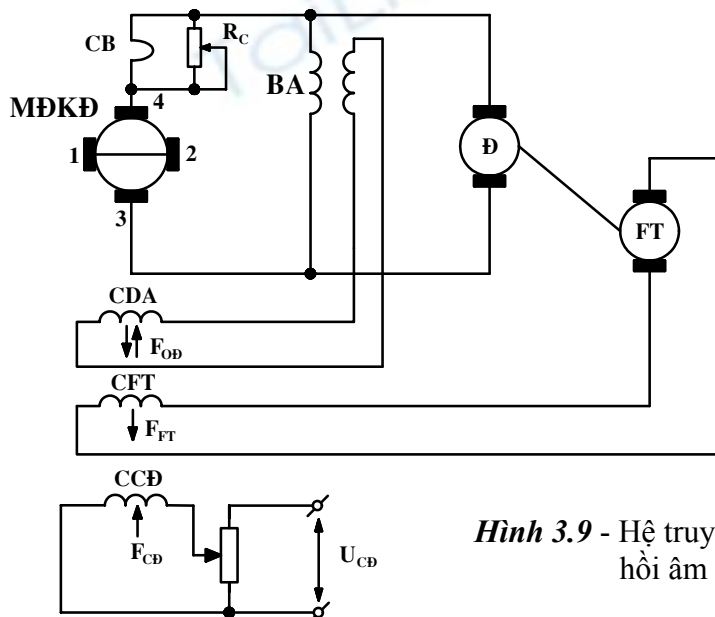
$$\omega = K_1 \cdot U_{CD} - K_1 \cdot [R_u - f(R_{cf}, R_{uD}, R_{uF}, \alpha)] = \omega_0 - \Delta\omega$$

Muốn cho hệ ổn định thì ta phải có $\Delta\omega \rightarrow 0$. Do đó cần chỉnh định giá trị α sao cho $f(R_{cf}, R_{uD}, R_{uF}, \alpha) \rightarrow R_u$. Trong đó:

$$\alpha = \frac{R_\alpha}{R_1}$$

3.4.1.3 Hệ F - Đ có phản hồi âm tốc độ

Động cơ Đ được cấp điện từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKĐ.



Hình 3.9 - Hệ truyền động F-Đ có phản hồi âm tốc độ.

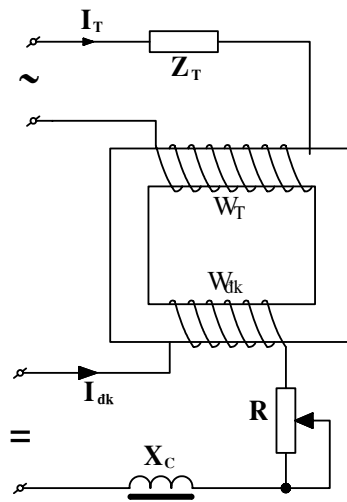
Máy phát tốc FT được nối trực với động cơ Đ. Điện áp ra: $U_{FT} = K \cdot \omega$, điện áp này tạo ra sức từ động: $F_{FT} = c \cdot \omega$.

Sức từ động tổng: $F_\Sigma = F_{CD} - c \cdot \omega \pm F_{OD}$

Máy phát tốc được sử dụng rộng rãi vì nó không liên quan về mặt điện với mạch động lực và có nhiều kiểu tín hiệu ra.

3.4.2 Hệ truyền động khuếch đại từ - động cơ (KĐT - Đ)

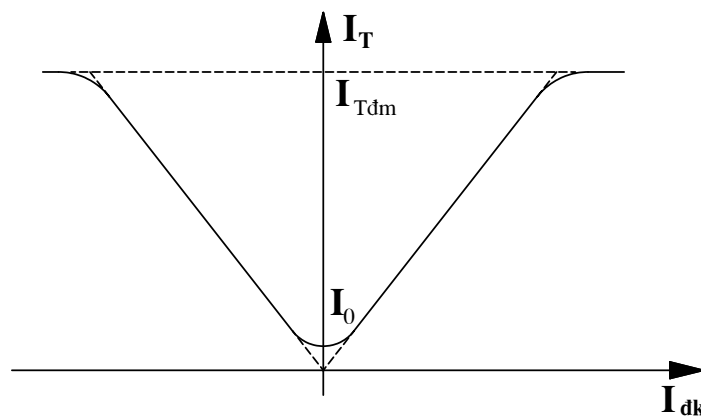
Khuếch đại từ là khí cụ điện mà tín hiệu đầu ra được khuếch đại nhờ sự thay đổi điện kháng bằng cách thay đổi dòng điều khiển. Sơ đồ nguyên lý của một khuếch đại từ đơn giản được trình bày ở hình 3.10.



Hình 3.10 - Khuếch đại từ.

Trên mạch từ không có khe hở không khí được quấn hai cuộn dây: cuộn điều khiển (w_{dk}) và cuộn tải (w_T). Cuộn dây w_T được đấu nối tiếp với phụ tải và đấu vào nguồn điện xoay chiều, còn cuộn dây w_{dk} được nối nối tiếp với biến trở R , với điện kháng chặn X_C (để hạn chế ảnh hưởng của dòng điện xoay chiều cảm ứng từ phía mạch xoay chiều) và nối với nguồn điện áp một chiều.

Mạch từ bão hòa ứng với trường hợp $I_{dk} = I_{dkdm}$ là vùng giới hạn trên và trường hợp $I_{dk} = 0$ là giới hạn dưới hoạt động của khuếch đại từ. Giữa hai vùng giới hạn trên, khi tăng dần I_{dk} thì dòng tải tăng dần từ I_0 đến I_{Tdm} .



Hình 3.11 - Đặc tính điều khiển của khuếch đại từ.

Đặc tính điều khiển của khuếch đại từ được trình bày ở hình 3.11. Phương trình cơ bản của khuếch đại từ lý tưởng là:

$$I_T \cdot w_T = I_{dk} \cdot w_{dk}$$

Do đó:
$$I_T = I_{dk} \frac{w_{dk}}{w_T}$$

Với khuếch đại từ lý tưởng, khi $I_{dk} = 0$ thì $I_T = 0$, còn với khuếch đại từ thực tế: $I_{dk} = 0$ thì $I_T = I_0$.

Vì công suất điều khiển bé hơn nhiều lần công suất xoay chiều nên được gọi là khuếch đại từ.

3.4.3 Hệ truyền động chỉnh lưu - động cơ

Các bộ biến đổi dòng điện xoay chiều thành một chiều thực chất là các bộ chỉnh lưu (hay các bộ nắn điện) dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.

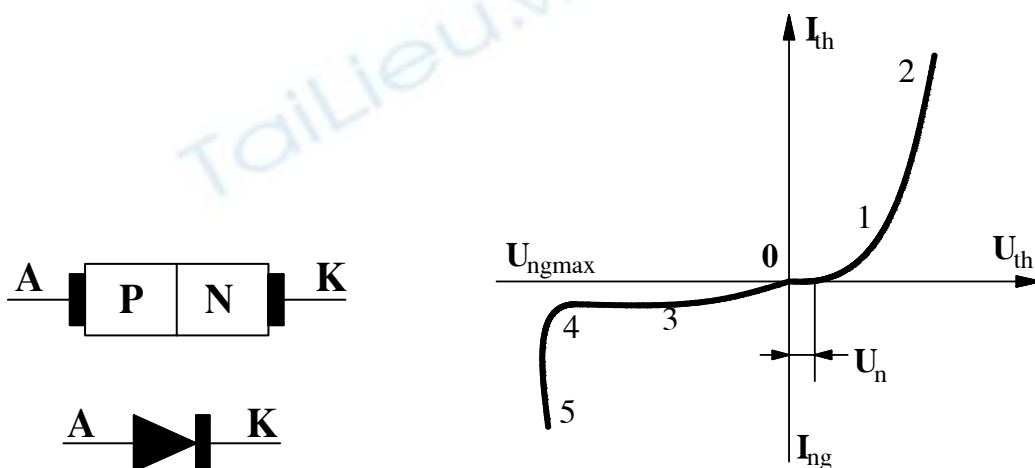
Có rất nhiều sơ đồ chỉnh lưu khác nhau được phân loại như sau:

- Theo số pha có: Chỉnh lưu 1 pha, chỉnh lưu 3 pha...
- Theo sơ đồ nối có: Chỉnh lưu nửa chu kỳ, chỉnh lưu 2 nửa chu kỳ, chỉnh lưu hình cầu, chỉnh lưu hình tia...
- Theo sự điều khiển có: Chỉnh lưu không điều khiển, chỉnh lưu có điều khiển, chỉnh lưu bán điều khiển.

3.4.3.2 Giới thiệu Thyristor

a) Điốt:

Điốt là linh kiện bán dẫn gồm 2 miếng bán dẫn P và N ghép lại với nhau. Đầu nối với bán dẫn P gọi là Anôt (A), đầu nối với bán dẫn N gọi là Katôt (K).



Hình 3.12 - Cấu tạo, ký hiệu và đặc tính Vôn-Ampe của điốt.

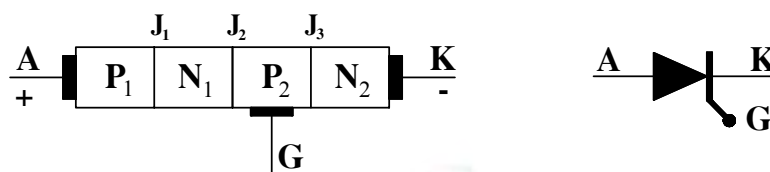
Đặc tính Vôn-Ampe của điốt biểu thị mối quan hệ $I(U)$ giữa dòng điện qua điốt và điện áp đặt vào 2 cực của điốt. Đặc tính Vôn-Ampe tĩnh của điốt có 2 nhánh. Nhánh thuận ứng với điện áp thuận (sơ đồ nối mạch ở góc I), dòng điện đi qua điốt tăng theo điện áp. Khi điện áp đặt vào điốt vượt một ngưỡng U_n cỡ $0,1V \div 0,5V$ và chưa lớn lắm thì đặc tính có dạng parabol (đoạn 1). Khi điện áp lớn hơn thì đặc tính gần như đường thẳng (đoạn 2).

Nhánh ngược ứng với điện áp phân cực ngược (sơ đồ nối mạch ở góc III). Lúc đầu, điện áp ngược tăng thì dòng điện ngược (dòng điện rò) rất nhỏ cũng tăng nhưng rất chậm (đoạn 3). Tới điện áp ngược $|U| > U_{ng,max}$ thì dòng điện ngược tăng nhanh (đoạn khuỷu 4) và cuối cùng (đoạn 5) thì điốt bị đánh thủng. Lúc này dòng điện ngược tăng vọt dù có giảm điện áp. Điện áp này gọi là điện áp chọc thủng. Để đảm bảo an toàn cho điốt, ta nên để điốt làm việc với điện áp ngược $\sim 0,8U_{ng,max}$. Với $U_{ng} < 0,8U_{ng,max}$ thì dòng điện rò qua điốt nhỏ không đáng kể và điốt coi như ở trạng thái khóa.

Từ đặc tính V-A của điốt có thể thấy điốt (do tính chất đặc biệt của lớp tiếp xúc P-N) chỉ cho dòng điện chảy qua từ Anôt sang Katôt khi phân áp thuận và không cho dòng điện chảy qua từ Katôt sang Anôt khi phân cực ngược. Hay nói cách khác, tùy theo điều kiện phân áp mà điốt có thể dẫn dòng hay không dẫn dòng. Điốt là một van bán dẫn. Tính chất này được sử dụng để chỉnh lưu (nắn) dòng điện xoay chiều thành một chiều.

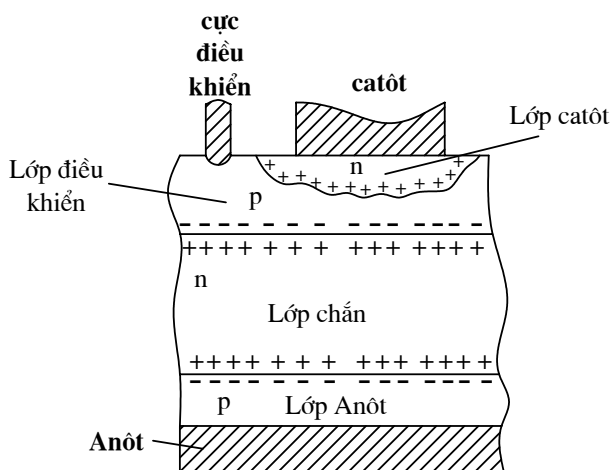
b) Tiristor:

Tiristor là linh kiện gồm 4 lớp bán dẫn pnpn liên tiếp nhau tạo nên Anôt, Katôt và cực điều khiển G (hình vẽ).



Hình 3.13 - Cấu tạo và ký hiệu của Tiristor.

Cấu tạo thường gặp và ký hiệu của Tiristor cho trên hình 3.13. Về mặt cấu tạo Tiristor gồm một đĩa silic từ đơn tinh thể loại n, trên lớp đệm loại bán dẫn p có cực điều khiển bằng dây nhôm, các lớp chuyển tiếp được tạo nên bằng kỹ thuật bay hơi của gali. Lớp tiếp xúc giữa Anôt và Katôt làm bằng đĩa môliđen hay tungsten có hệ số nóng chảy gần với silic. Cấu tạo dạng đĩa kim loại để dễ dàng tản nhiệt. Hình 3.14 trình bày mặt cắt của một tiristor. Ngoài cùng là lớp vỏ bọc có tác dụng chống các ứng suất cơ học, để dễ dàng tản nhiệt cũng như để nối với mạch ngoài.



Hình 3.14 - Mặt cắt chi tiết của Tiristor.

Nguyên lý làm việc của Tiristor: Khi đặt Tiristor dưới điện áp một chiều, anôt vào cực dương, katôt vào cực âm của nguồn điện áp, J_1 và J_3 được phân cực thuận, J_2 bị phân cực ngược. Gần như toàn bộ điện áp nguồn đặt lên mặt ghép J_2 . Điện trường nội tại E_1 của J_2 có chiều hướng từ N_1 về P_2 . Điện trường ngoài tác động cùng chiều với E_1 , vùng chuyển tiếp cũng là vùng cách điện càng mở rộng ra, không có dòng điện chảy qua Tiristor mặc dù nó được đặt dưới điện áp thuận.

Mở Tiristor: Nếu cho một xung điện áp dương U_g tác động vào cực G (dương so với K), các điện tử từ N_2 chạy sang P_2 . Đến đây một số ít trong chúng chảy vào nguồn U_g và hình thành dòng điều khiển I_g chảy theo mạch G-J₃-K-G, còn phần lớn điện tử, chịu sức hút của điện trường tổng hợp của mặt ghép J₂, lao vào vùng chuyển tiếp này, chúng được tăng tốc độ, động năng lớn lên, bẻ gãy các liên kết giữa các nguyên tử silic, tạo nên những điện tử tự do mới. Số điện tử mới được giải phóng này lại tham gia bắn phá các nguyên tử Si trong vùng chuyển tiếp. Kết quả của phản ứng dây chuyền này làm xuất hiện ngày càng nhiều điện tử chảy vào N_1 , qua P_1 và đến cực dương của nguồn điện ngoài, gây nên hiện tượng dẫn điện ào ạt. J₂ trở thành mặt ghép dẫn điện, bắt đầu từ một điểm nào đó ở xung quanh cực G rồi phát triển ra toàn bộ mặt ghép với tốc độ khoảng $1\text{ cm}/100\mu\text{s}$.

Điện trở thuận của Tiristor, khoảng $100\text{k}\Omega$ khi ở trạng thái khóa, trở thành khoảng $0,01\Omega$ khi Tiristor dẫn cho dòng chảy qua.

Có thể hình dung như sau: Khi đặt Tiristor dưới điện áp $U_{AK} > 0$, Tiristor ở trạng thái sẵn sàng mở cho dòng chảy qua, nhưng nó còn đợi lệnh - tín hiệu I_g ở cực điều khiển.

$$\text{Công thức:} \quad \text{Tiristor khóa} + \begin{cases} U_{AK} > 1V \\ I_g \geq I_{gst} \end{cases} \rightarrow \text{Tiristor mở}$$

Trong đó I_{gst} là giá trị dòng điện điều khiển ghi trong sổ tay tra cứu của Tiristor.

Thời gian mở t_{on} là thời gian cần thiết để thiết lập dòng điện chính chảy trong Tiristor, tính từ thời điểm phóng dòng I_g vào cực điều khiển. Thời gian mở Tiristor kéo dài khoảng $10\mu\text{s}$.

Khóa Tiristor: Một khi Tiristor đã mở thì sự hiện diện của tín hiệu điều khiển I_g không còn là cần thiết nữa. Để khóa Tiristor có hai cách:

- Giảm dòng điện làm việc I xuống dưới giá trị dòng duy trì I_H (Holding current), hoặc là:
- Đặt một điện áp ngược lên Tiristor (biện pháp thường dùng).

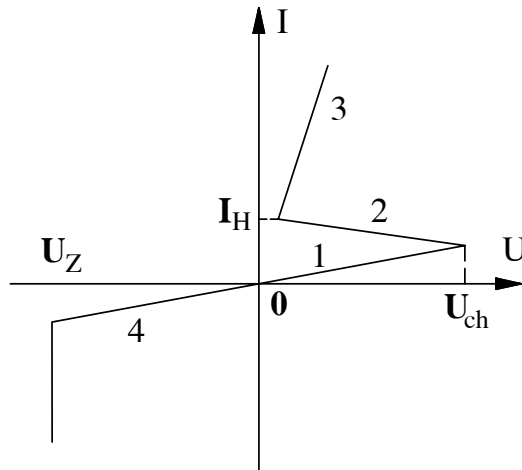
Khi đặt điện áp ngược lên Tiristor $U_{AK} < 0$, hai mặt ghép J₁ và J₃ bị phân cực ngược, J₂ bây giờ được phân cực thuận. Những điện tử, trước thời điểm đảo cực tính U_{AK} , đang có mặt tại P₁, N₁, P₂ bây giờ đảo chiều hành trình, tạo nên dòng điện ngược chảy từ katốt về anốt, về cực âm của nguồn điện áp ngoài.

Lúc đầu của quá trình, từ t_0 đến t_1 , dòng điện ngược khá lớn, sau đó J₁ rồi J₃ trở nên cách điện. Còn lại một ít điện tử bị giữ lại giữa hai mặt ghép J₁ và J₃, hiện tượng khuếch tán sẽ làm chúng ít dần đi cho đến hết và J₂ khôi phục lại tính chất của mặt ghép điều khiển.

Thời gian khóa t_{off} tính từ khi bắt đầu xuất hiện dòng điện ngược t_0 cho đến khi dòng điện ngược bằng 0 (t_2). Đây là khoảng thời gian mà sau đó nếu đặt điện áp thuận lên Tiristor, Tiristor cũng không mở, t_{off} kéo dài khoảng vài chục μs . Trong bất kỳ trường hợp nào cũng không được đặt Tiristor dưới điện áp thuận khi Tiristor chưa bị khóa, nếu không có thể gây ngắn mạch điện áp nguồn.

$$\text{Ta có công thức:} \quad \text{Tiristor mở} + U_{AK} < 0 \rightarrow \text{Tiristor khóa.}$$

Đặc tính Vôn-Ampe của Tiristor gồm 4 đoạn (hình 3.15): Đoạn 1 ứng với trạng thái khoá của Tiristor, chỉ có dòng điện rò chảy qua Tiristor. Khi tăng U đến U_{ch} (điện áp chuyển trạng thái), bắt đầu quá trình tăng nhanh chóng của dòng điện, Tiristor chuyển qua trạng thái mở.



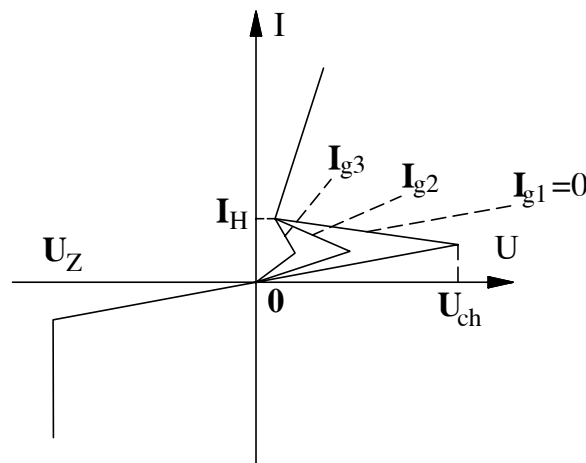
Hình 3.15 - Đặc tính Vôn-Ampe của Tiristor.

Đoạn 2 ứng với giai đoạn phân cực thuận của J_2 . Trong giai đoạn này mỗi một lượng tăng nhỏ của dòng điện ứng với một lượng giảm lớn của điện áp đặt lên Tiristor. Đoạn 2 còn gọi là đoạn điện trở âm.

Đoạn 3 ứng với trạng thái mở của Tiristor. Khi này cả 3 mặt ghép đã trở thành dẫn điện. Dòng điện chảy qua tiristor chỉ còn bị hạn chế bởi điện trở mạch ngoài. Điện áp rơi trên tiristor rất nhỏ, khoảng 1V. Tiristor còn giữ ở trạng thái mở chừng nào i còn lớn hơn dòng duy trì I_H (holding current).

Đoạn 4 ứng với trạng thái tiristor bị đặt dưới điện áp ngược. Dòng điện ngược rất nhỏ, khoảng vài chục mA. Nếu tăng U đến U_Z thì dòng điện ngược tăng lên mãnh liệt, mặt ghép bị chọc thủng, tiristor bị hỏng.

Bằng cách cho những giá trị $I_g > 0$ khác nhau chúng ta sẽ nhận được một họ các đặc tính V-A với các U_{ch} nhỏ dần đi (hình 3.16).



Hình 3.16 - Họ đặc tính Vôn-Ampe của Tiristor ứng với các giá trị khác nhau của dòng điều khiển I_G .

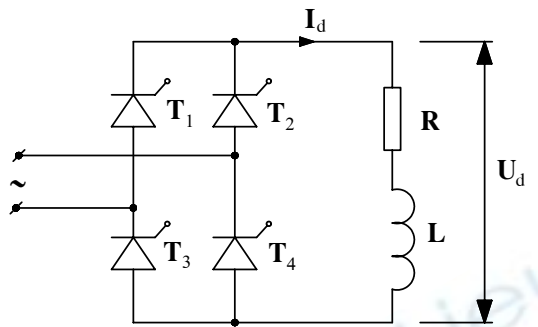
Ta có thể nhận xét:

- Đối với điôt, nó sẽ thông ngay khi được phân áp thuận nếu điện áp $U_{AK} > U_{ngưỡng}$ ($0,1 \div 0,5V$).

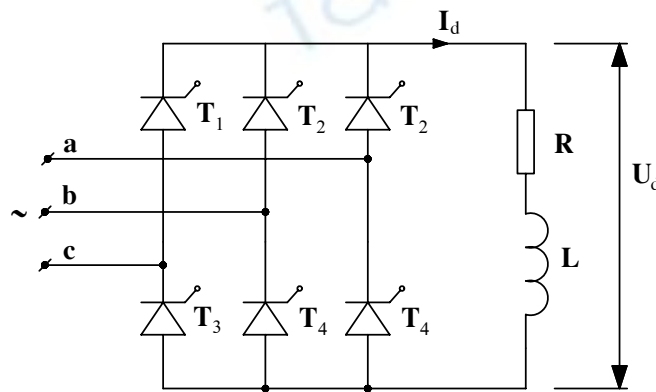
- Đối với Tiristor thì phân áp thuận chỉ là một điều kiện nên tiristor chưa thông. Cùng với phân áp thuận còn phải có xung dòng điều khiển đưa vào cực điều khiển G. Dòng điều khiển càng lớn, đặc tính V-A của tiristor càng giống đặc tính V-A của điôt. Tới một giá trị cực đại của dòng điều khiển thì đặc tính V-A của tiristor giống như của điôt. Do vậy, tiristor còn được gọi là điôt có điều khiển.

- Khi điôt hoặc tiristor thông thì điện trở trong của chúng rất nhỏ nên sụt áp trên chúng không đáng kể.

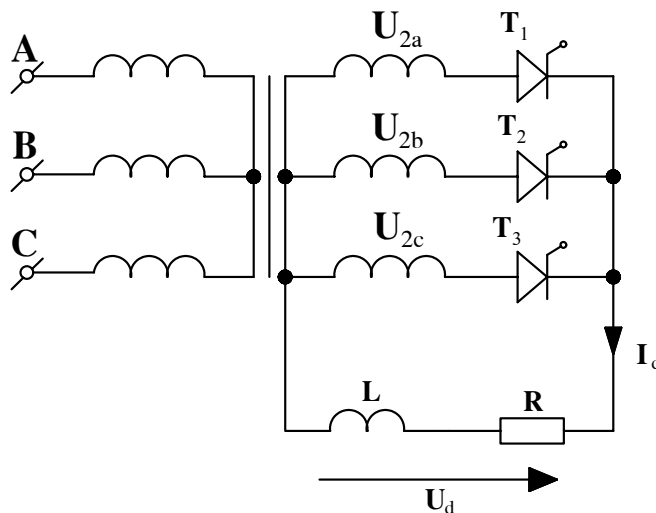
3.4.3.3 Các sơ đồ chỉnh lưu Thyristor



a) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình cầu 1 pha



b) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình cầu 3 pha



c) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình tia 3 pha

Hình 3.17 - Các sơ đồ chỉnh lưu Tiristor.

Trong các sơ đồ chỉnh lưu trên, giá trị điện áp trung bình một chiều ra tải phụ thuộc vào góc điều khiển kích mở của Thyistor:
$$U_d = U_{d0} \cdot \cos\alpha.$$

Do đó, khi thay đổi góc điều khiển α thì ta sẽ thay đổi được giá trị điện áp trung bình ra tải. Nếu tăng giá trị góc điều khiển α thì điện áp trung bình sẽ giảm, ngược lại, giảm α thì điện áp trung bình sẽ tăng. Giá trị lớn nhất của điện áp trung bình ra tải là U_{d0} , ứng với góc $\alpha = 0$.

Dòng điện trung bình qua tải:

$$I = \frac{U_d}{Z_d} \quad \text{với } Z_d = \sqrt{X_L^2 + R^2}$$

Trường hợp trong mạch tải có thêm suất điện động phản kháng:

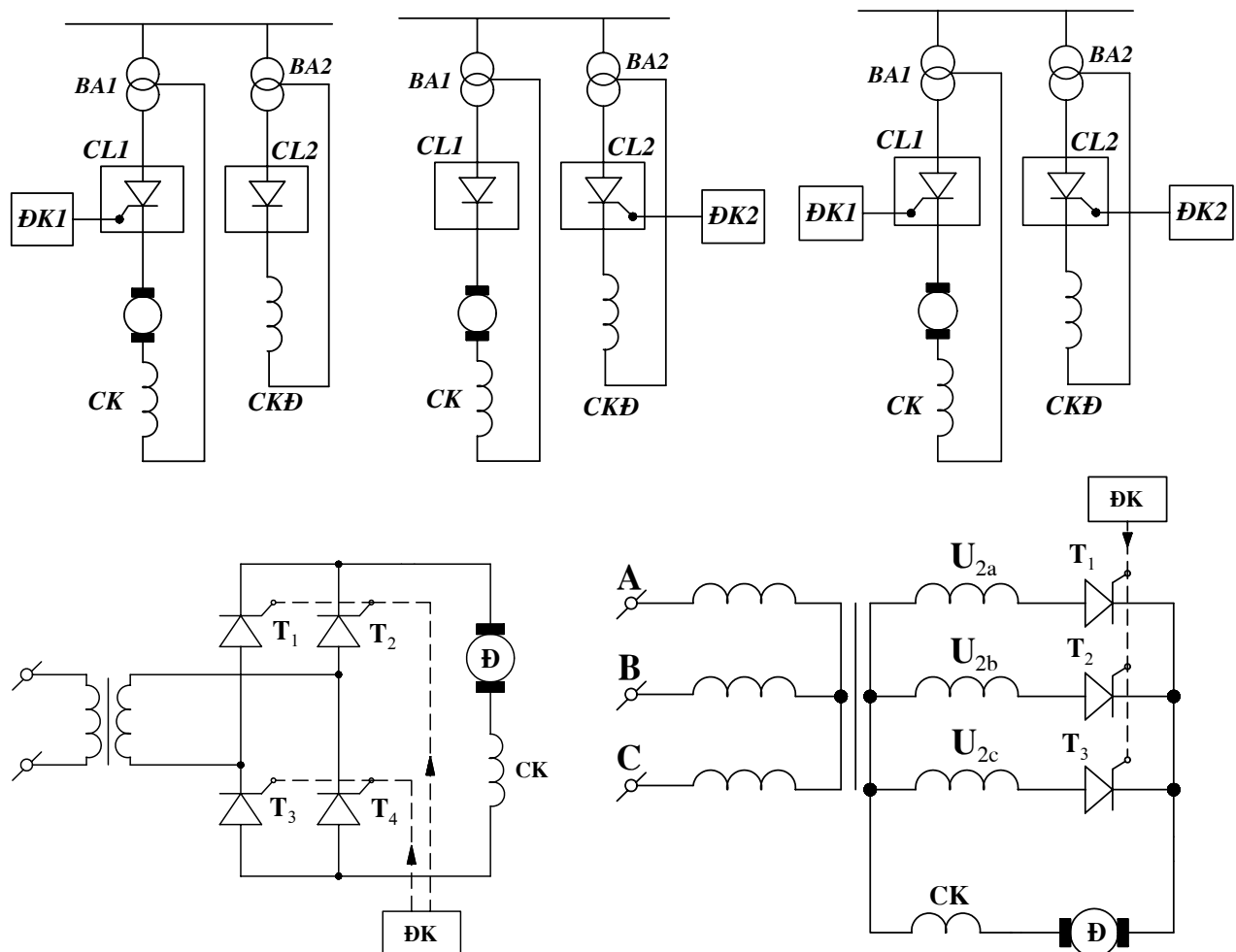
$$I = \frac{U_d - E}{Z_d}$$

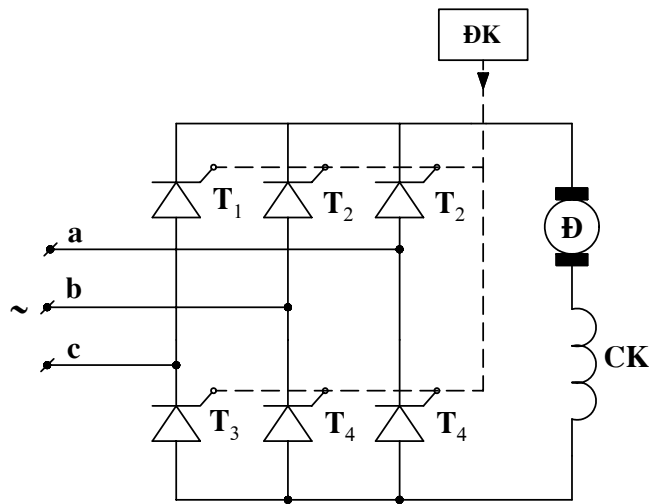
3.4.3.4 Hệ truyền động T - Đ

Trong hệ thống truyền động chỉnh lưu điều khiển - động cơ một chiều (hay hệ Thyristor - Động cơ một chiều), bộ biến đổi điện là các mạch chỉnh lưu điều khiển có điện áp ra tải U_d phụ thuộc vào giá trị của góc điều khiển. Chỉnh lưu có thể dùng làm nguồn điều chỉnh điện áp phản ứng hoặc dòng điện kích thích động cơ, tùy theo yêu cầu cụ thể của truyền động mà có thể dùng các sơ đồ chỉnh lưu thích hợp.

a) Hệ thống T-Đ không đảo chiều

Các sơ đồ thường gặp:





Hình 3.18 - Các sơ đồ thường gặp hệ truyền động T-Đ không đảo chiều.

Vai trò của máy biến áp trong các sơ đồ chỉnh lưu:

- Biến đổi điện áp phù hợp.
- Cách ly với lưới điện xoay chiều và cải thiện dạng sóng.
- Tạo ra điểm trung tính cần thiết (đối với các sơ đồ hình tia).

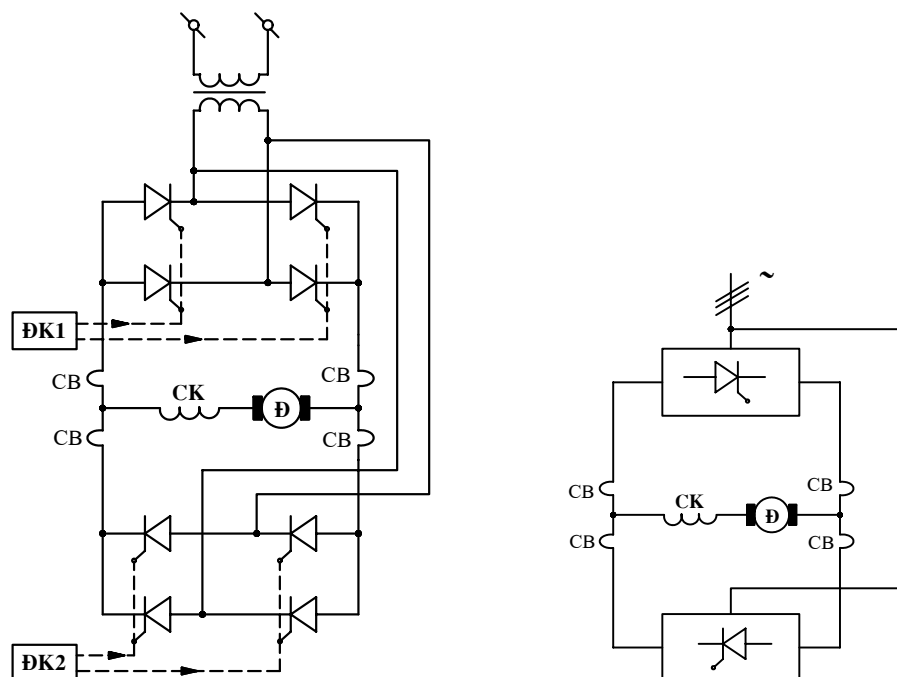
Việc sử dụng máy biến áp trong mạch tùy thuộc vào sơ đồ chỉnh lưu.

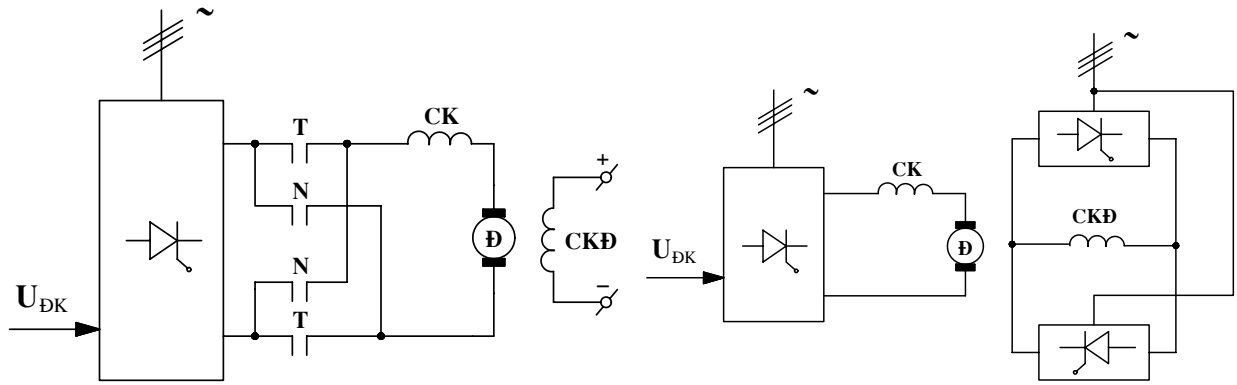
Vai trò của cuộn kháng CK: Điện áp sau khi chỉnh lưu là một hàm tuần hoàn không sin. Khai triển Fourier ta sẽ được một hàm trong đó có tồn tại các thành phần sóng hài bậc cao. Cuộn kháng CK dùng lọc các thành phần bậc cao đó để lấy thành phần một chiều A_0 .

$$f(t) = A_0 + \sum A_n \sin n\omega t + \sum B_n \cos n\omega t$$

Trong thực tế không thể lọc hết hoàn toàn các thành phần sóng hài bậc cao, do đó còn tồn tại thành phần dòng điện xoay chiều chạy qua động cơ làm động cơ nóng hơn so với trường hợp làm việc trong hệ F-Đ.

b) Hệ thống T-Đ có đảo chiều





Hình 3.19 - Các sơ đồ hệ truyền động T-Đ có đảo chiều thường gặp.

Có thể đảo chiều động cơ bằng hai cách: Đảo chiều điện áp phần ứng hoặc đảo chiều từ thông kích từ.

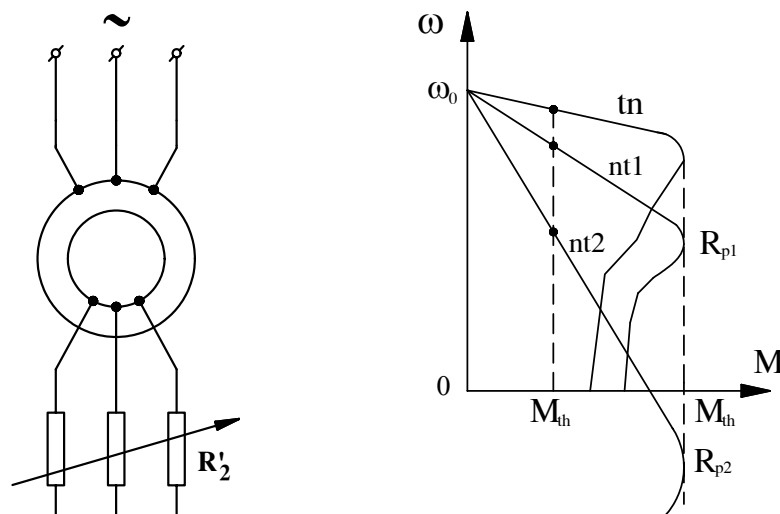
Trong các sơ đồ đảo chiều trên, cuộn kháng cân bằng CB dùng để chặn dòng điện cân bằng chảy qua hai bộ chỉnh lưu khi đảo chiều.

3.5 Điều chỉnh tốc độ động cơ điện xoay chiều 3 pha KĐB (2 tiết)

Động cơ điện xoay chiều được dùng rất phổ biến trong một dải công suất rộng vì có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, dễ vận hành, nguồn điện sẵn (lưới điện xoay chiều). Tuy nhiên, trong các hệ cần điều chỉnh tốc độ, đặc biệt với dải điều chỉnh rộng thì động cơ xoay chiều được sử dụng ít hơn động cơ một chiều vì còn gặp nhiều khó khăn. Gần đây, nhờ sự phát triển của kỹ thuật điện tử, bán dẫn, việc điều chỉnh tốc độ động cơ xoay chiều không đồng bộ đã có nhiều khả năng tốt hơn.

3.5.1 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch rôto.

Phương pháp này chỉ được sử dụng với động cơ rotor dây quấn và được ứng dụng rất rộng rãi do tính đơn giản của phương pháp. Sơ đồ nguyên lý và các đặc tính cơ khi thay đổi điện trở phần ứng như hình 3.20.



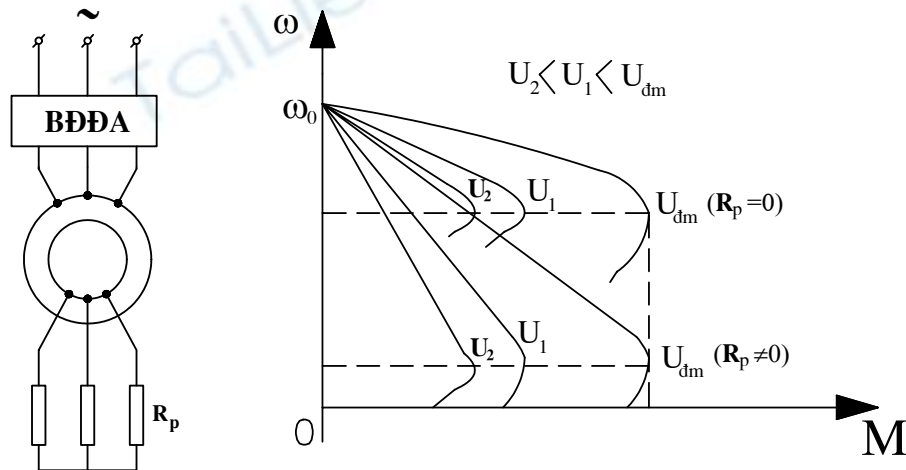
Hình 3.20 - Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB 3 pha bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch rôto.

Nhận xét:

- Phương pháp này chỉ cho phép điều chỉnh tốc độ về phía giảm.
- Tốc độ càng giảm, đặc tính cơ càng mềm, tốc độ động cơ càng kém ổn định trước sự lên xuống của mômen tải.
- Dải điều chỉnh phụ thuộc trị số mômen tải. Mômen tải càng nhỏ, dải điều chỉnh càng hẹp.
- Khi điều chỉnh sâu (tốc độ nhỏ) thì độ trượt động cơ tăng và tổn hao năng lượng khi điều chỉnh càng lớn.
- Phương pháp này có thể điều chỉnh trơn nhờ biến trở nhưng do dòng phản ứng lớn nên thường được điều chỉnh theo cấp.

3.5.2 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp đặt vào mạch stato.

Thực hiện phương pháp này với điều kiện giữ không đổi tần số. Điện áp cấp cho động cơ lấy từ một bộ biến đổi điện áp xoay chiều. BĐĐ điện áp có thể là một máy biến áp tự ngẫu hoặc một BĐĐ điện áp bán dẫn như được trình bày ở mục trước. Hình 3.21 trình bày sơ đồ nối dây và các đặc tính cơ khi thay đổi điện áp phân cảm.



Hình 3.21 - Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB 3 pha bằng cách thay đổi điện áp đặt vào mạch stator.

Nhận xét:

- Thay đổi điện áp chỉ thực hiện được về phía giảm dưới giá trị định mức nên kéo theo mômen tới hạn giảm nhanh theo bình phương của điện áp.
- Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ không đồng bộ thường có độ trượt tới hạn nhỏ nên phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng cách giảm điện áp thường được thực hiện cùng với việc tăng điện trở phụ ở mạch rotor để tăng độ trượt tới hạn do đó tăng được dải điều chỉnh lớn hơn.
- Khi điện áp đặt vào động cơ giảm, mômen tới hạn của các đặc tính cơ giảm, trong khi tốc độ không tải lý tưởng (hay tốc độ đồng bộ) giữ nguyên nên khi giảm tốc độ thì độ cứng đặc tính cơ giảm, độ ổn định tốc độ kém đi.

3.5.3 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số của nguồn xoay chiều.

Thay đổi tần số nguồn cấp cho động cơ là thay đổi tốc độ không tải lý tưởng nên thay đổi được đặc tính cơ. Tần số càng cao, tốc độ động cơ càng lớn.

Khi điều chỉnh tần số nguồn cấp cho động cơ thì các thông số liên quan đến tần số như cảm kháng thay đổi, do đó, dòng điện, từ thông,... của động cơ đều bị thay đổi theo và cuối cùng các đại lượng như độ trượt tới hạn, mômen tới hạn cũng bị thay đổi. Chính vì vậy, điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB bằng phương pháp thay đổi tần số thường kéo theo điều chỉnh điện áp, dòng điện hoặc từ thông của mạch stator.

Đặc tính cơ khi thay đổi tần số nguồn được biểu diễn trên hình 2.30 (chương 2). Khi giảm tần số xuống dưới tần số định mức, cảm kháng của động cơ cũng giảm và dòng điện động cơ tăng lên. Tần số giảm, dòng điện càng lớn, mômen tới hạn càng lớn. Để tránh cho động cơ bị quá dòng, phải đồng thời tiến hành giảm điện áp sao cho $\frac{U}{f} \sim \text{const}$. Đó là luật điều chỉnh tần số - điện áp. Các đặc tính cơ tuân theo luật này được biểu thị trên hình 2.31 (phần $f < f_{dm}$). Khi $f > f_{dm}$ ta không thể tăng điện áp $U > U_{dm}$ nên các đặc tính cơ không giữ được giá trị mômen tới hạn.

Người ta cũng thường dùng cả luật điều chỉnh tần số - dòng điện.

3.5.4 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực của động cơ.

Đây là cách điều chỉnh tốc độ có cấp. Đặc tính cơ thay đổi vì tốc độ đồng bộ ($\omega_0 = \frac{2\pi f}{p}$) thay đổi theo số đôi cực.

Động cơ thay đổi được số đôi cực là động cơ được chế tạo đặc biệt để cuộn dây stator có thể thay đổi được cách nối tương ứng với các số đôi cực khác nhau. Các đầu dây để đổi nối được đưa ra các hộp đấu dây ở vỏ động cơ. Số đôi cực của cuộn dây rotor cũng phải thay đổi như cuộn dây stator. Điều này khó thực hiện được đối với động cơ rotor dây quấn, còn đối với rotor lồng sóc thì nó lại có khả năng tự thay đổi số đôi cực ứng với stator. Do vậy, phương pháp này được sử dụng chủ yếu cho động cơ rotor lồng sóc. Các động cơ chế tạo sẵn các cuộn dây stator có thể đổi nối để thay đổi số đôi cực đều có rotor lồng sóc. Tỷ lệ chuyển đổi số đôi cực có thể là 2:1, 3:1, 4:1 hay tới 8:1.

4.1 Những vấn đề chung

Nguồn động lực trong một hệ thống TĐĐ là động cơ điện. Các yêu cầu kỹ thuật, độ tin cậy trong quá trình làm việc và tính kinh tế của HT TĐĐ phụ thuộc chính vào sự lựa chọn đúng động cơ điện và phương pháp điều khiển động cơ.

Chọn một động cơ điện cho một HT TĐĐ bao gồm nhiều tiêu chuẩn phải đáp ứng:

- Động cơ phải có đủ công suất kéo.
- Tốc độ phù hợp và đáp ứng được phạm vi điều chỉnh tốc độ với một phương pháp điều chỉnh thích hợp.
- Thỏa mãn các yêu cầu mở máy và hãm điện.
- Phù hợp với nguồn điện năng sử dụng (loại dòng điện, cấp điện áp...).
- Thích hợp với điều kiện làm việc (điều kiện thông thoáng, nhiệt độ, độ ẩm, khí độc hại, bụi bặm, ngoài trời hay trong nhà...).

Tại sao phải chọn đúng công suất động cơ?

Việc chọn đúng công suất động cơ có ý nghĩa rất lớn đối với hệ TĐĐ. Nếu nâng cao công suất động cơ chọn so với phụ tải thì động cơ sẽ kéo dễ dàng nhưng giá thành đầu tư tăng cao, hiệu suất kém và làm tụt hệ số công suất $\cos\varphi$ của lưới điện do động cơ chạy non tải. Ngược lại nếu chọn công suất động cơ nhỏ hơn công suất tải yêu cầu thì động cơ hoặc không kéo nổi tải hay kéo tải một cách nặng nề, dẫn tới các cuộn dây bị phát nóng quá mức, làm giảm tuổi thọ động cơ hoặc làm động cơ bị cháy hỏng nhanh chóng.

Chọn công suất động cơ như thế nào?

Việc tính công suất động cơ cho một hệ TĐĐ phải dựa vào sự phát nóng các phần tử trong động cơ, đặc biệt là các cuộn dây. Muốn vậy, tính công suất động cơ phải dựa vào đặc tính phụ tải và các quy luật phân bố phụ tải theo thời gian. Động cơ được chọn đúng công suất thì khi làm việc bình thường cũng như khi quá tải ở mức cho phép, nhiệt độ động cơ không được tăng quá trị số giới hạn cho phép τ_{cp} .

4.2 Phát nóng và nguội lạnh của động cơ

Khi máy điện làm việc, phát sinh các tổn thất ΔP và tổn thất năng lượng $\Delta W = \int_0^t \Delta P dt$.

Tổn thất này sẽ đốt nóng máy điện.

Đối với vật thể đồng nhất ta có quan hệ:

$$\Delta P dt = C dv + A \cdot \Delta v \cdot dt$$

Trong đó: Δv - Là nhiệt sai giữa máy điện và nhiệt độ môi trường 0°C .

C - Là nhiệt dung của máy điện, là nhiệt lượng cần thiết để nâng nhiệt độ của máy điện lên 1°C .

A - Là hệ số tỏa nhiệt (W/độ) phụ thuộc vào tốc độ truyền nhiệt của không khí làm mát máy điện (ở máy điện có quạt làm mát, hệ số A phụ thuộc vào tốc độ quay).

Giải phương trình ta nhận được:

$$\Delta v = \Delta v(0) + [\Delta v_{\infty} - \Delta v(0)].(1 - e^{-t/\tau}).$$

Trong đó: $\Delta v(0)$ - Là nhiệt sai ban đầu.

$$\Delta v_{\infty} - \text{Là nhiệt sai ổn định.} \quad \Delta v_{\infty} = \frac{\Delta P}{A}$$

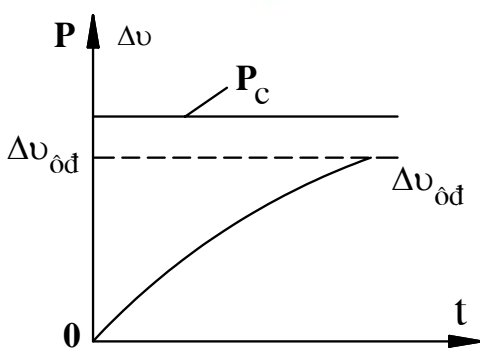
τ - Là hằng số thời gian phát nóng (s).

4.3 Các chế độ làm việc của truyền động điện

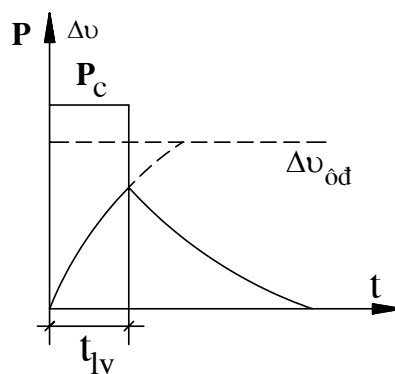
Căn cứ vào đặc tính phát nóng và nguội lạnh của máy điện, người ta chia chế độ làm việc của truyền động thành 3 loại: Dài hạn, ngắn hạn và ngắn hạn lặp lại.

a) *Chế độ dài hạn*: Do phụ tải duy trì trong thời gian dài, cho nên nhiệt độ của động cơ đủ thời gian đạt tới trị số ổn định.

b) *Chế độ ngắn hạn*: Do phụ tải duy trì trong thời gian ngắn, thời gian nghỉ dài, cho nên nhiệt độ động cơ chưa kịp đạt tới giá trị ổn định và nhiệt độ động cơ sẽ giảm về giá trị ban đầu.



Hình 4.1 - Chế độ làm việc dài hạn.



Hình 4.2 - Chế độ làm việc ngắn hạn.

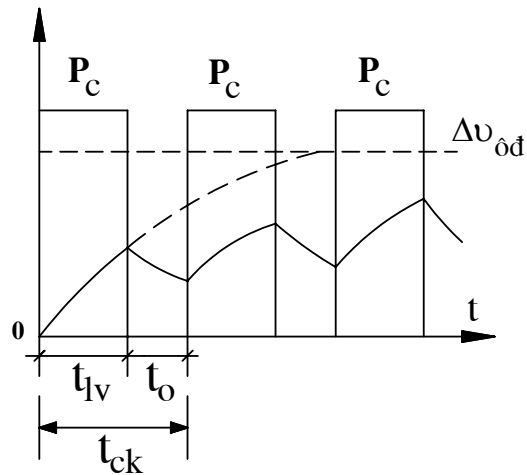
c) *Chế độ ngắn hạn lặp lại*: Phụ tải làm việc có tính chất chu kỳ, thời gian làm việc và thời gian nghỉ xen kẽ nhau. Nhiệt độ động cơ chưa kịp tăng đến trị số ổn định thì được giảm do mất tải, và khi nhiệt độ động cơ suy giảm chưa kịp về giá trị ban đầu thì lại tăng lên do có tải. Do vậy người ta đưa ra khái niệm thời gian đóng điện tương đối:

$$\varepsilon\% = \frac{t_{lv}}{t_{c.ky}}.100\%$$

Trong đó: t_{lv} : Là thời gian làm việc có tải.

$t_{c.ky} = t_{lv} + t_{nghe}$: Là thời gian của một chu kỳ.

Hình 4.3 - Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại.



4.4 Tính chọn công suất động cơ cho những truyền động không điều chỉnh tốc độ

Để chọn công suất động cơ, chúng ta cần phải biết đồ thị phụ tải $M_C(t)$ và $P_C(t)$ đã quy đổi về trục động cơ và giá trị tốc độ yêu cầu.

Từ biểu đồ phụ tải, ta tính chọn sơ bộ động cơ theo công suất; tra ở trong sổ tay tra cứu ta có đầy đủ tham số của động cơ. Từ đó tiến hành xây dựng đồ thị phụ tải chính xác (trong các chế độ tĩnh, khởi động và hãm).

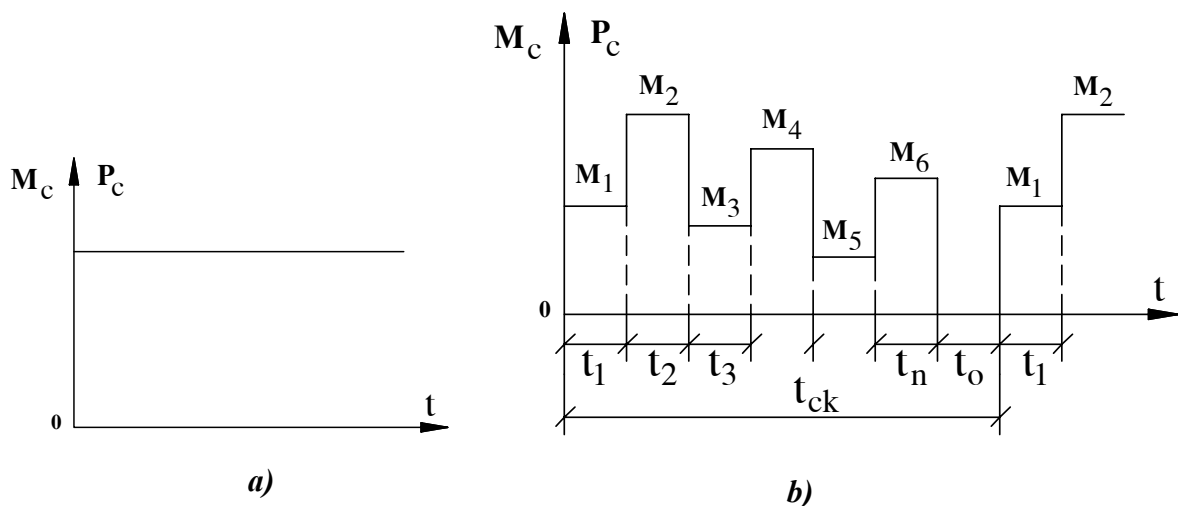
Dựa vào đồ thị phụ tải chính xác, tiến hành kiểm nghiệm động cơ đã chọn.

4.4.1 Chọn công suất động cơ làm việc dài hạn

Đối với phụ tải dài hạn có loại không đổi và loại biến đổi.

a) Phụ tải dài hạn không đổi:

Động cơ cần chọn phải có công suất định mức $P_{đm} \geq P_c$ và $\omega_{đm}$ phù hợp với tốc độ yêu cầu. Thông thường $P_{đm} = (1,1 \div 1,3)P_c$. Trong trường hợp này việc kiểm nghiệm động cơ đơn giản: Không cần kiểm nghiệm quá tải về mômen, nhưng cần phải kiểm nghiệm điều kiện khởi động và phát nóng.



Hình 4.4 - Đồ thị phụ tải: a) Phụ tải dài hạn không đổi; b) Phụ tải dài hạn biến đổi.

b) Phụ tải dài hạn biến đổi:

Để chọn được động cơ phải xuất phát từ đồ thị phụ tải tính ra giá trị trung bình của mômen hoặc công suất.

$$M_{tb} = \frac{\sum_0^n M_i t_i}{\sum_0^n t_i}, \quad P_{tb} = \frac{\sum_0^n P_i t_i}{\sum_0^n t_i}$$

Động cơ chọn phải có: $M_{dm} = (1,3)M_{tb}$ hoặc $P_{tb} = (1,3)P_{tb}$.

Điều kiện kiểm nghiệm: kiểm nghiệm phát nóng, quá tải về mômen và khởi động.

4.4.2 Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn

Trong chế độ làm việc ngắn hạn có thể sử dụng động cơ dài hạn hoặc sử dụng động cơ chuyên dùng cho chế độ làm việc ngắn hạn.

a) Chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn:

Trong trường hợp không có động cơ chuyên dùng cho chế độ ngắn hạn, ta có thể chọn các động cơ thông thường chạy dài hạn để làm việc trong chế độ ngắn hạn. Nếu chọn động cơ dài hạn theo phương pháp thông thường có $P_{dm} = (1,3)P_c$ thì khi làm việc ngắn hạn trong khoảng thời gian t_{lv} nhiệt độ động cơ mới tăng tới nhiệt độ τ_1 đã nghỉ làm việc và sau đó hạ nhiệt độ đến nhiệt độ môi trường τ_{mt} . Rõ ràng việc này gây lãng phí vì không tận dụng hết khả năng chịu nhiệt (tới nhiệt độ τ_{od}) của động cơ.

Vì vậy khi dùng động cơ dài hạn để làm việc ở chế độ ngắn hạn, cần chọn công suất động cơ nhỏ hơn để động cơ phải làm việc quá tải trong thời gian đóng điện t_{lv} . Động cơ sẽ tăng nhiệt độ nhanh hơn nhưng khi kết thúc thời gian làm việc, nhiệt độ của động cơ không được quá nhiệt độ τ_{od} cho phép.

Như vậy, để chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn, ta phải dựa vào công suất làm việc yêu cầu P_{lv} và giả thiết hệ số quá tải công suất x để chọn sơ bộ công suất động cơ dài hạn ($P_{lv} = x.P_{dm}$ hay $M_{lv} = x.M_{dm}$). Từ đó có thể xác định được thời gian làm việc cho phép của động cơ vừa chọn. Việc tính chọn đó được lập lại nhiều lần làm sao cho t_{lv} tính toán $\leq t_{lv}$ yêu cầu.

b) Chọn động cơ ngắn hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn:

Động cơ ngắn hạn được chế tạo có thời gian làm việc tiêu chuẩn là 15, 30, 60, 90 phút. Như vậy ta phải chọn $t_{lv} = t_{chuẩn}$ và công suất động cơ $P_{dm\ chọn} \geq P_{lv}$ hay $M_{dm\ chọn} \geq M_{lv}$.

Nếu $t_{lv} \neq t_{chuẩn}$ thì sơ bộ chọn động cơ có $t_{chuẩn}$ và P_{dm} gần với giá trị t_{lv} và P_{lv} . Sau đó xác định tổn thất động cơ ΔP_{dm} với công suất và ΔP_{lv} với P_{lv} . Quy tắc chọn động cơ là:

$$\Delta P_{dm} \geq \frac{1 - e^{-t_{lv}/T}}{1 - e^{-t_{ch}/T}} \Delta P_{lv}$$

Đồng thời tiến hành kiểm nghiệm động cơ theo điều kiện quá tải về mômen và mômen khởi động cũng như điều kiện phát nóng.

4.4.3 Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn lặp lại

Cũng tương tự như trong trường hợp phụ tải ngắn hạn, ta có thể chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn lặp lại, hoặc chọn động cơ chuyên dụng ngắn hạn lặp lại.

Động cơ ngắn hạn lặp lại, được chế tạo chuyên dụng có độ bền cơ khí cao, quán tính nhỏ (để đảm bảo chế độ khởi động và hãm thường xuyên) và khả năng quá tải lớn (từ 2,5÷3,5). Đồng thời được chế tạo chuẩn với thời gian đóng điện $\varepsilon\% = 15\%, 25\%, 40\%$ và 60%.

Động cơ được chọn cần đảm bảo 2 tham số:

$$P_{dm \text{ chọn}} \geq P_{lv}$$

$\varepsilon\%_{dm \text{ chọn}}$ phù hợp với $\varepsilon\%$ làm việc.

Trong trường hợp $\varepsilon_{lv}\%$ không phù hợp với $\varepsilon\%_{dm \text{ chọn}}$ thì cần hiệu chỉnh lại công suất định mức theo công thức:

$$P_{dm \text{ chọn}} = P_{lv} \sqrt{\frac{\varepsilon_{lv} \%}{\varepsilon\%_{dm \text{ chọn}}}}$$

Sau đó phải kiểm tra về mômen quá tải, mômen khởi động và phát nóng.

Chọn động cơ dài hạn làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại:

Trường hợp này, động cơ chạy dài hạn được chọn với công suất nhỏ hơn để tận dụng khả năng chịu nhiệt. Động cơ chạy dài hạn được coi là có thời gian đóng điện tương đối 100% nên công suất động cơ cần chọn sẽ là:

$$P_{dm \text{ chọn}} = P_{lv} \sqrt{\frac{\varepsilon_{lv} \%}{100\%}}$$

4.5 Tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ

Để tính chọn công suất động cơ trong trường hợp này cần phải biết những yêu cầu cơ bản sau:

a) Đặc tính phụ tải $P_{yc}(\omega)$, $M_{yc}(\omega)$ và đồ thị phụ tải: $P_c(t)$, $M_c(t)$, $\omega(t)$;

b) Phạm vi điều chỉnh tốc độ: ω_{max} và ω_{min} .

c) Loại động cơ (một chiều hoặc xoay chiều) dự định chọn.

d) Phương pháp điều chỉnh và bộ biến đổi trong hệ thống truyền động cần phải định hướng xác định trước.

Hai yêu cầu trên nhằm xác định những tham số P_{ycmax} và M_{cymax} . Ví dụ đối với phụ tải truyền động yêu cầu trong phạm vi điều chỉnh, $P =$ hằng số. Ta có công suất yêu cầu cực đại $P_{max}=P_{dm} = \text{const}$, nhưng mômen yêu cầu cực đại lại phụ thuộc vào phạm vi điều chỉnh

$$M_{max} = \frac{P_{dm}}{\omega_{min}}$$

Đối với phụ tải truyền động yêu cầu trong phạm vi điều chỉnh $M = \text{const}$. Ta có công suất yêu cầu cực đại $P_{max}=M_{dm} \cdot \omega_{max}$.

Hai yêu cầu về loại động cơ và loại truyền động có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Nó xác định kích thước công suất lắp đặt truyền động, bởi vì hai yêu cầu này cho biết hiệu suất truyền động và đặc tính điều chỉnh $P_{dc}(\omega)$, $M_{dc}(\omega)$ của truyền động. Thông thường các đặc tính này thường phù hợp với đặc tính phụ tải yêu cầu $P_{yc}(\omega)$, $M_{yc}(\omega)$.

Tuy vậy có trường hợp, người ta thiết kế hệ truyền động có đặc tính điều chỉnh không phù hợp chỉ vì mục đích đơn giản cấu trúc điều chỉnh.

Ví dụ: Đối với tải $P = \text{const}$, khi sử dụng động cơ một chiều, phương pháp điều chỉnh thích hợp là điều chỉnh từ thông kích từ. Nhưng ta dùng phương pháp điều chỉnh điện áp phản ứng thì khi tính chọn công suất động cơ cần phải xét yêu cầu M_{\max} . Như vậy công suất động cơ lúc đó không phải là $P_{dm} = P_{yc}$ mà là:

$$P_{dm} = M_{\max} \cdot \omega_{\max} = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} \cdot P_{y/c} = D \cdot P_{y/c}$$

Như vậy công suất đặt sẽ lớn hơn D lần so với $P_{y/c}$.

Mặt khác việc tính chọn công suất động cơ còn phụ thuộc vào phương pháp điều chỉnh tốc độ, ví dụ cùng một loại động cơ như động cơ không đồng bộ, mỗi phương pháp điều chỉnh khác nhau có đặc tính hiệu suất truyền động khác nhau, phương pháp điều chỉnh điện áp dùng Thyristor có hiệu suất thấp so với phương pháp điều chỉnh tần số dùng bộ biến đổi Thyristor. Vì vậy khi tính chọn công suất động cơ bắt buộc phải xét tới tổn thất công suất ΔP và tiêu thụ công suất phản kháng Q trong suốt dải điều chỉnh.

Do vậy việc tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ cần gắn với một hệ truyền động cho trước để có đầy đủ các yêu cầu cơ bản cho việc tính chọn.

4.6 Kiểm nghiệm công suất động cơ

Việc tính chọn công suất động cơ ở các phần trên được coi là giai đoạn chọn sơ bộ ban đầu. Để khẳng định chắc chắn việc tính chọn đó là chấp nhận được ta cần kiểm nghiệm lại việc tính chọn đó.

Yêu cầu về kiểm nghiệm việc tính chọn công suất động cơ gồm có:

- Kiểm nghiệm phát nóng: $\Delta u \leq \Delta u_{cf}$.
- Kiểm nghiệm quá tải về mômen: $M_{dm,dc} > M_{cmax}$
- Kiểm nghiệm mômen khởi động: $M_{kd,dc} \geq M_c \text{ mở máy}$

Ta thấy rằng việc kiểm nghiệm theo yêu cầu quá tải về mômen và mômen khởi động có thể thực hiện dễ dàng. Riêng về yêu cầu kiểm nghiệm phát nóng là khó khăn, không thể tính toán phát nóng động cơ một cách chính xác được (vì tính toán phát nóng của động cơ là bài toán phức tạp).

Các phần tử khống chế là các phần tử tham gia vào mạch khống chế để khống chế một hệ TĐĐ với chức năng điều khiển hoặc bảo vệ. Khống chế có thể là bằng tay hoặc tự động. Mỗi phần tử khống chế có thể chỉ giữ chức năng điều khiển hoặc chức năng bảo vệ hoặc giữ đồng thời cả hai chức năng.

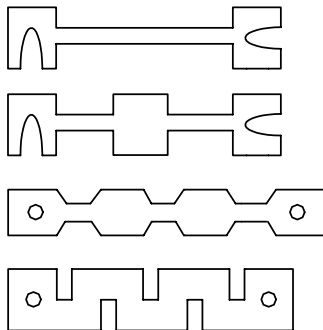
5.1 Các phần tử bảo vệ

5.1.1 Cầu chảy

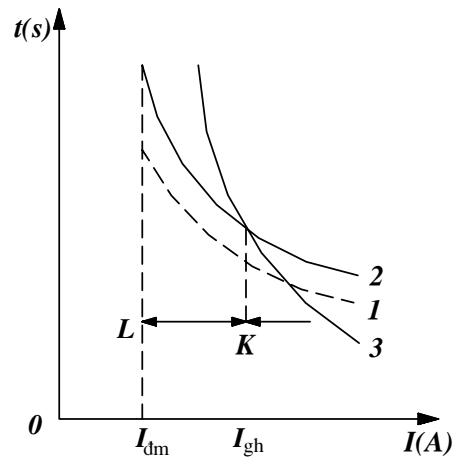
Cầu chảy là một loại khí cụ dùng để bảo vệ cho thiết bị điện và tránh lưới điện khỏi dòng điện ngắn mạch (hay còn gọi là đoản mạch, chập mạch).

Bộ phận cơ bản của cầu chảy là dây chảy. Dây chảy thường làm bằng các chất có nhiệt độ nóng chảy thấp. Với những dây chảy trong mạch có dòng điện làm việc lớn, có thể làm bằng các chất có nhiệt độ nóng chảy cao nhưng tiết diện nhỏ thích hợp.

Dây chảy thường là những dây chỉ tiết diện tròn hoặc bằng các lá chì, kẽm, hợp kim chì thiếc, nhôm hay đồng được dập, cắt theo các hình dạng như hình 5.1. Dây chảy được kẹp chặt bằng vít vào đế cầu chảy, có nắp cách điện để tránh hồ quang bắn tung tóe ra xung quanh khi dây chảy đứt.



Hình 5.1 - Một số hình dạng dây chảy lá.



Hình 5.2 - Đặc tính A-s của dây chảy.

Đặc tính cơ bản của dây chảy là đặc tính thời gian - dòng điện A-s như đường 1 hình 5.2. Dòng điện qua dây chảy càng lớn, thời gian chảy đứt càng nhỏ.

Để bảo vệ được đối tượng cần bảo vệ với một dòng điện nào đó trong mạch, dây chảy phải đứt trước khi đối tượng bị phá hủy. Do đó, đường đặc tính A - s của dây chảy phải nằm dưới đặc tính của đối tượng cần bảo vệ (đường 2).

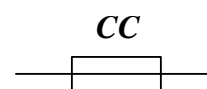
Thực tế thì dây chảy thường có đặc tính như đường 3. Như vậy trong miền quá tải lớn, đường 3 thấp hơn đường 2 thì cầu chảy bảo vệ được đối tượng. Ngược lại trong miền quá tải nhỏ, cầu chảy không bảo vệ được đối tượng, trường hợp này dòng quá tải nhỏ, sự phát nóng của dây chảy tỏa ra môi trường là chủ yếu nên không đủ làm chảy dây.

Trị số dòng điện mà dây chảy đứt được gọi là dòng điện giới hạn. Rõ ràng cần có $I_{gh} > I_{dm}$ để dây chảy không bị đứt khi làm việc với dòng điện định mức.

- Đối với dây chảy chì: $\frac{I_{gh}}{I_{dm}} = (1,25 \div 1,45)$

- Dây chảy hợp kim chì thiếc: $\frac{I_{gh}}{I_{dm}} = 1,15$

- Dây chảy đồng: $\frac{I_{gh}}{I_{dm}} = (1,6 \div 2)$



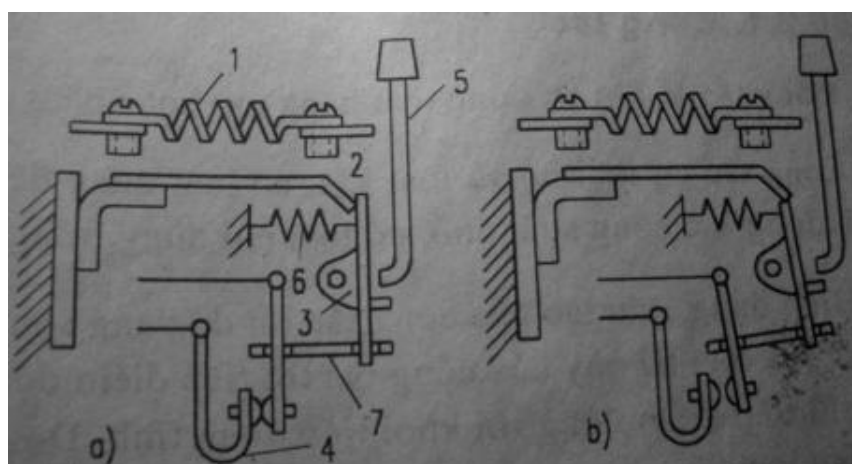
Hình 5.3 - Ký hiệu cầu chảy trên sơ đồ điện.

5.1.2 Role nhiệt

Role nhiệt là phần tử dùng để bảo vệ các thiết bị điện (động cơ) khỏi bị quá tải.

Role nhiệt có dòng điện làm việc tới vài trăm Ampe, ở lưới điện một chiều tới 440V và xoay chiều tới 500V, tần số 50Hz.

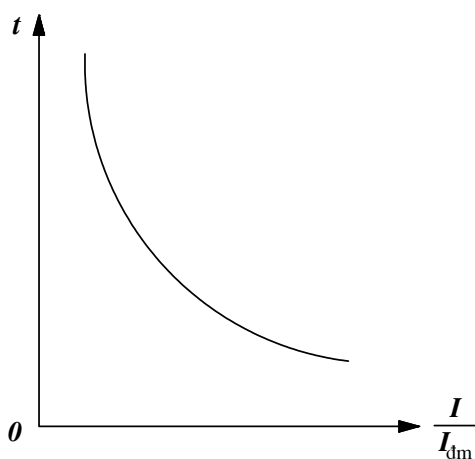
Nguyên lý cấu tạo của role nhiệt được biểu diễn ở hình 5.4. Mạch lực cần bảo vệ quá tải được mắc nối tiếp với phần tử đốt nóng 1. Khi có dòng điện phụ tải chảy qua, phần tử đốt nóng 1 sẽ nóng lên và tỏa nhiệt ra xung quanh. Băng kép 2 khi bị đốt nóng sẽ cong lên trên, rời khỏi đầu trên của đòn xoay 3. Lò xo 6 sẽ kéo đòn xoay 3 ngược chiều kim đồng hồ. Đầu dưới đòn xoay 3 sẽ quay sang phải và kéo theo thanh cách điện 7. Tiếp điểm thường đóng 4 mở ra, cắt mạch điều khiển đối tượng cần bảo vệ.



Hình 5.4 - Nguyên lý cấu tạo và làm việc của role nhiệt.

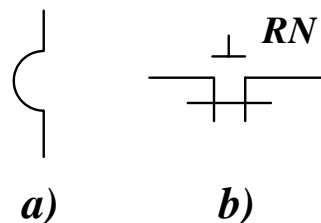
Khi sự cố quá tải đã được giải quyết, băng kép 2 nguội và cong xuống nhưng chỉ tỳ lên đầu trên của đòn xoay 3 nên tiếp điểm 4 không thể tự đóng lại được. Muốn role hoàn toàn trở về trạng thái ban đầu để tiếp tục nhiệm vụ bảo vệ quá tải, phải ấn nút hồi phục 5 để đẩy đòn xoay 3 quay thuận chiều kim đồng hồ và đầu tự do của băng kép sẽ tỳ xuống giữ đòn xoay 3 ở vị trí đóng tiếp điểm 4.

Đặc tính thời gian - dòng điện (A-s): Dòng điện quá tải càng lớn thì thời gian tác động của role nhiệt càng ngắn.



Hình 5.5 - Đặc tính thời gian dòng điện của role nhiệt.

Hình 5.6 - Ký hiệu của role nhiệt.
a) Phần tử đốt nóng; b) tiếp điểm thường đóng có nút hồi phục.



Trong thực tế sử dụng, dòng điện định mức của role nhiệt thường được chọn bằng dòng điện định mức của động cơ điện cần được bảo vệ quá tải, sau đó chỉnh định giá trị của dòng điện tác động là: $I_{td} = (1,2 \div 1,3)I_{dm}$

Tác động của role nhiệt bị ảnh hưởng của môi trường xung quanh, khi nhiệt độ môi trường xung quanh tăng, role nhiệt sẽ tác động sớm hơn nghĩa là dòng điện tác động bị giảm. Khi đó cần phải hiệu chỉnh lại I_{td} .

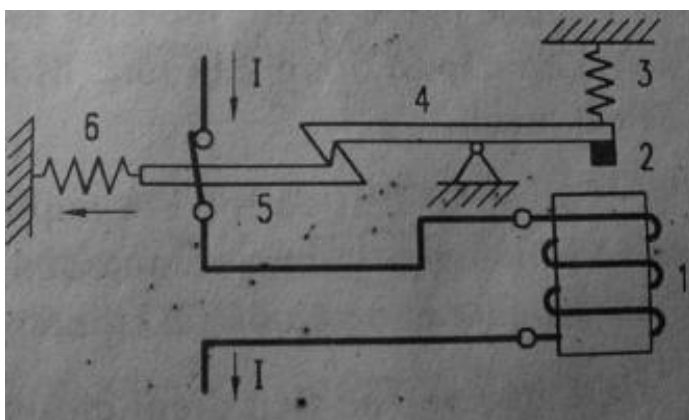
5.1.3 Áptômat

Áptômat là khí cụ điện đóng mạch bằng tay và cắt mạch tự động khi có sự cố như: Quá tải, ngắn mạch, sụt áp...

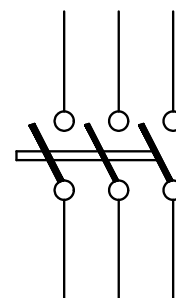
Đôi khi trong kỹ thuật cũng sử dụng áptômat để đóng cắt không thường xuyên các mạch điện làm việc ở chế độ bình thường.

Kết cấu các áptômat rất đa dạng và được chia theo chức năng bảo vệ: áptômat dòng điện cực đại, áptômat dòng điện cực tiểu, áptômat điện áp thấp, áptômat công suất ngược...

Hình 5.7 trình bày nguyên lý làm việc của một áptômat dòng điện cực đại. Áptômat dòng điện cực đại được dùng để bảo vệ mạch điện khi quá tải và khi ngắn mạch.



Hình 5.7 - Nguyên lý làm việc của aptômat dòng điện cực đại.



Hình 5.8 - Ký hiệu của aptômat trên sơ đồ điện.

Sau khi đóng aptomat bằng tay, aptomat cấp điện cho mạch cần được bảo vệ. Lúc này mấu của các chốt ở đầu cần 4 và đòn 5 móc vào nhau để giữ tiếp điểm động tỳ vào tiếp điểm tĩnh. Khi dòng điện vượt quá chỉ số chỉnh định của aptomat qua lực căng của lò xo 3, cuộn điện từ 1 nối tiếp với mạch lực sẽ đủ lực, thắng lực cản của lò xo 3 và hút nắp từ động 2, làm cần 4 quay nhà móc chốt. Lò xo 6 kéo rời tiếp điểm động ra khỏi tiếp điểm tĩnh để cắt mạch.

Chỉnh định dòng điện cực đại có thể bằng nhiều cách, chẳng hạn qua chỉnh lực căng lò xo 3 tăng theo dòng điện cực đại mà aptomat phải cắt.

Ký hiệu của aptomat trên sơ đồ điện như hình 5.8.

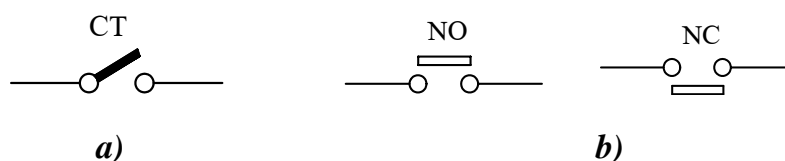
5.2 Các phần tử điều khiển

5.2.1 Công tắc

Công tắc là khí cụ đóng - cắt bằng tay hoặc bằng tác động cơ khí ở lưới điện hạ áp.

Công tắc có loại thường hở hoặc thường kín, có loại dùng để đóng cắt trực tiếp mạch chiếu sáng hay mạch động lực có công suất nhỏ, có loại chỉ dùng trong mạch điều khiển.

Hình dáng, cấu tạo của công tắc rất đa dạng song về nguyên lý đều có các tiếp điểm động và tĩnh mà ở vị trí này của công tắc thì tiếp điểm động tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh, còn ở vị trí khác thì tiếp điểm động rời khỏi tiếp điểm tĩnh. Do vậy, mạch điện được nối thông hoặc bị cắt tùy theo vị trí của công tắc. Số các tiếp điểm của các loại công tắc cũng nhiều ít khác nhau tùy theo mục đích sử dụng. Việc đóng cắt các tiếp điểm cũng có thể theo các nguyên tắc cơ khí khác nhau: có loại lẩy, có loại xoay..



Hình 5.9 - Ký hiệu tiếp điểm công tắc trên sơ đồ điện.
a) Tiếp điểm công tắc; b) Tiếp điểm công tắc hành trình.

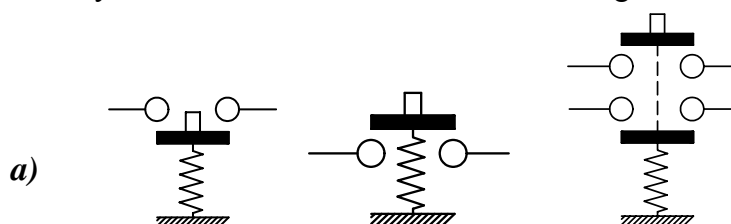
Công tắc hành trình được lắp đặt tại một vị trí trên hành trình nào đó trong một hệ TĐĐ để đóng, cắt mạch điều khiển. Nó được dùng để điều khiển TĐĐ theo vị trí hoặc để bảo vệ, đảm bảo an toàn cho một chuyển động ở cuối hành trình.

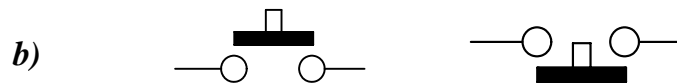
5.2.2 Nút ấn

Nút ấn (hay nút bấm, nút điều khiển) dùng để đóng-cắt mạch ở lưới điện hạ áp.

Nút ấn thường được dùng để điều khiển các role, côngtắctơ, chuyển đổi mạch tín hiệu, bảo vệ... Sử dụng phổ biến nhất là dùng nút ấn trong mạch điều khiển động cơ để mở máy, dừng và đảo chiều quay.

Hình 5.10 trình bày kết cấu 1 số nút ấn và kí hiệu của chúng trên bản vẽ điện.





Hình 5.10 - a) Nguyên lý cấu tạo của nút ấn thường đóng, thường mở, và kết hợp; b) Ký hiệu nút ấn thường mở, thường đóng.

Một số loại nút ấn thường đóng dùng trong mạch bảo vệ hoặc mạch dừng còn có chốt khóa. Khi bị ấn, nút tự giữ trạng thái bị ấn. Muốn xóa trạng thái này, phải xoay nút đi một góc nào đó.

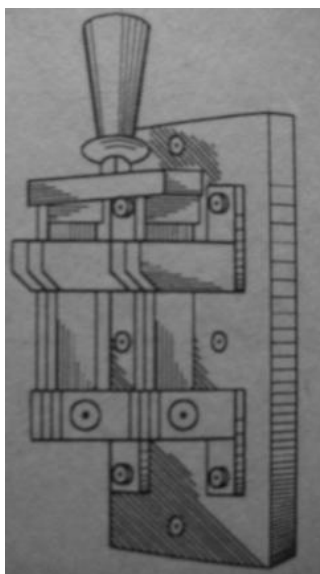
5.2.3 Cầu dao

Cầu dao là khí cụ đóng-cắt mạch điện bằng tay ở lưới điện hạ áp. Cầu dao là khí cụ điện phổ biến trong dân dụng và trong công nghiệp và được dùng ở mạch công suất nhỏ với số lần đóng cắt rất nhỏ.

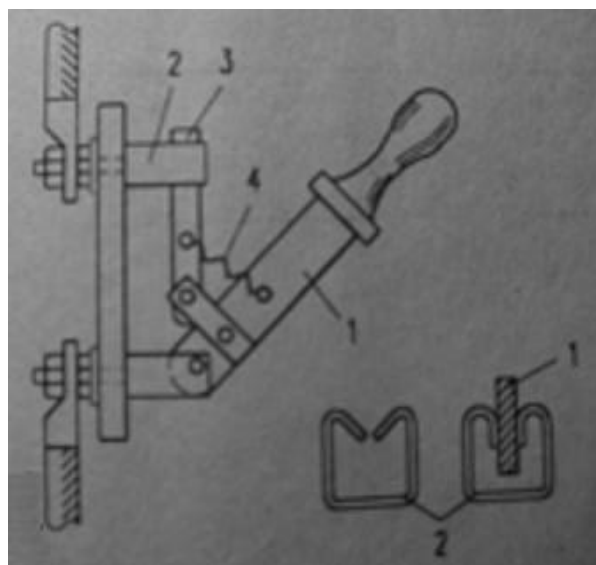
Khi ngắt cầu dao, thường xảy ra hồ quang mạnh. Để dập tắt hồ quang nhanh, cần phải kéo lưỡi dao ra khỏi kẹp nhanh. Tốc độ kéo tay không thể nhanh được nên người ta làm thêm lưỡi dao phụ như hình ... Lưỡi dao phụ 3 cùng lưỡi dao chính 1 kẹp trong kẹp 2 lúc đầu dẫn điện. Khi ngắt, tay kéo lưỡi dao chính 1 ra trước còn lưỡi dao phụ 3 vẫn bị kẹp lại trong kẹp 2. Lò xo 4 bị kéo căng và tới một mức nào đó sẽ bật nhanh, kéo lưỡi dao phụ 3 ra khỏi kẹp 2. Do vậy, hồ quang sẽ bị kéo dài nhanh và bị dập tắt trong thời gian ngắn.

Cầu dao có thể là một cực, hai cực hoặc ba, bốn cực và có thể đóng chỉ về một ngả hoặc đóng về hai ngả. Ký hiệu các cầu dao như trên hình vẽ...

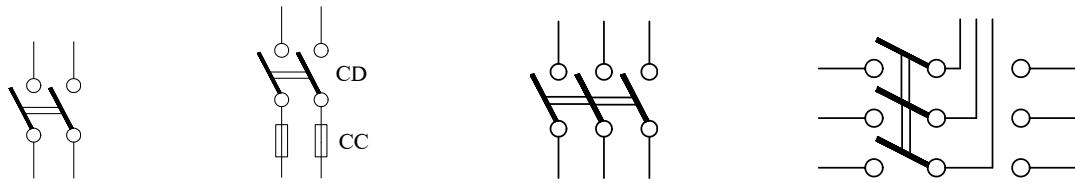
Cầu dao được phân loại theo điện áp (250V, 500V,..), theo dòng điện (5A, 10A,..) và có loại hở, có loại có hộp bảo vệ. Cầu dao thường dùng kết hợp với cầu chì để bảo vệ khỏi ngắn mạch.



Hình 5.11 - Cầu dao 2 cực.



Hình 5.12 - Cầu dao có lưỡi dao phụ.



Hình 5.13 - Ký hiệu cầu dao trên sơ đồ điện.

5.2.4 Bộ không chế

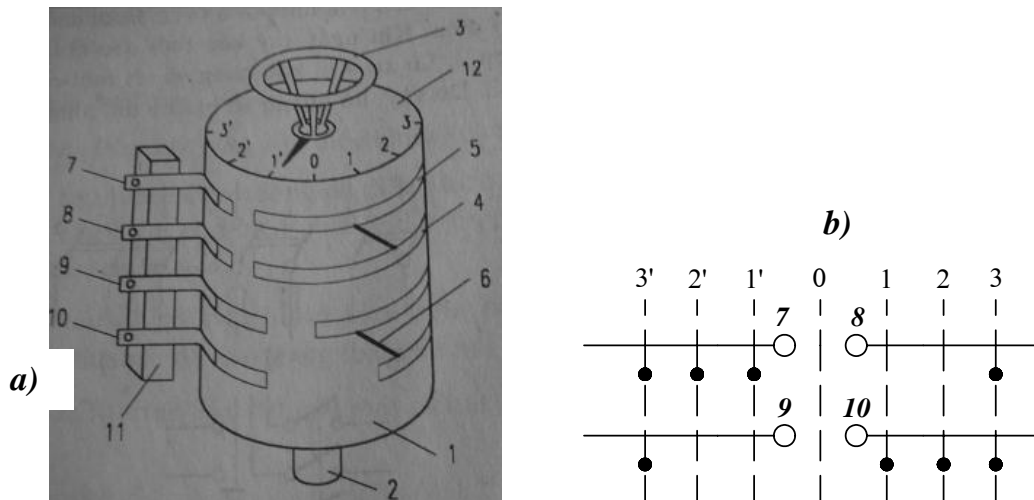
Bộ không chế là khí cụ dùng để điều khiển gián tiếp (qua mạch điều khiển) hoặc điều khiển trực tiếp (qua mạch động lực) các thiết bị điện.

Bộ không chế điều khiển gián tiếp còn gọi là bộ không chế từ hay không chế chỉ huy. Bộ không chế điều khiển trực tiếp còn gọi là bộ không chế động lực.

Bộ không chế là khí cụ đóng-cắt đồng thời nhiều mạch (điều khiển hoặc động lực hoặc cả điều khiển lẫn động lực) nhờ tay quay hay vô lăng quay để điều khiển một quá trình nào đó như mở máy, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều, hãm điện...

Bộ không chế được chia ra theo dòng điện một chiều hoặc xoay chiều và tùy theo cấu tạo còn có bộ không chế hình trống hay bộ không chế hình cam.

Hình 5.14 trình bày nguyên lý cấu tạo một bộ không chế hình trống. Tang trống 1 có trục quay 2 được quay từng vị trí nhờ vô lăng 3. Trên tang trống có gắn các đoạn vành trượt 4 (vành tiếp xúc động). Các vành này có thể được nối với nhau bằng thanh nối 6. Do vậy mà các má đồng tiếp xúc tĩnh 7 và 8 gắn trên thanh 11 có thể được nối liền mạch qua hai vành tiếp xúc động 4 và 5 ở một góc quay tương ứng nào đó. Vị trí quay được chỉ trên đĩa chia độ cố định 12.



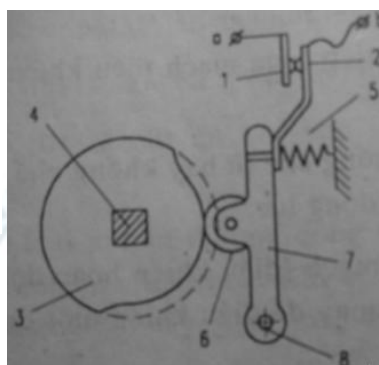
Hình 5.14 - Bộ không chế hình trống: a) Cấu tạo; b) Sơ đồ tiếp điểm.

Sơ đồ nối tiếp điểm cho trên hình 5.14b. Các dấu chấm chỉ rõ vị trí của bộ không chế mà các tiếp điểm tương ứng được nối thông. Những tiếp điểm không có dấu chấm thì các tiếp điểm bị mở. Ví dụ như trên hình 5.14b thì tiếp điểm 9,10 được nối thông tại các vị trí 3', 0, 1, 2 và 3.

Bộ không chế hình trống có kết cấu công kênh, phức tạp và chương trình đóng-ngắt tiếp điểm không thay đổi được. Bộ không chế hình cam khắc phục được một phần nhược điểm trên.

Hình 5.15 cho kết cấu của một bộ không chế hình cam. Bộ không chế hình cam là một chồng các đĩa cam 3 có cùng một trục quay vuông 4. Các đĩa cam có các biên dạng cam khác nhau tùy theo chương trình đóng-cắt. Khi quay trục 4, đĩa cam 3 tiếp xúc với bánh lăn 6. Bánh lăn 6 luôn tỳ sát vào đĩa cam 3 nhờ lực ép của lò xo 5 thông qua cần 7 có trục quay 8. Ở phần khuyết của cam 3 thì tiếp điểm động 2 tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh 1 và mạch ab được nối thông. Ở phần lồi của cam 3 thì bánh lăn 6 bị đẩy sang phải, nén lò xo 5 và hai tiếp điểm 1, 2 rời xa nhau. Mạch ab bị cắt.

Hình 5.15 - Bộ không chế hình cam.



Bộ không chế hình cam có tần số đóng cắt lớn (vài ngàn lần/giờ) hơn bộ không chế hình trống (vài trăm lần/giờ) và thao tác dứt khoát hơn bộ không chế hình trống do lực tiếp xúc khỏe hơn.

Lựa chọn một bộ không chế phải căn cứ vào điện áp định mức của mạch thao tác và quan trọng hơn là dòng điện cho phép đi qua các tiếp điểm ở chế độ làm việc liên tục và ngắn hạn lặp lại (liên quan đến tần số đóng-cắt/giờ).

Trị số dòng điện của tiếp điểm bộ không chế động lực thường được chọn với hệ số dự trữ là 1,2 đối với dòng điện một chiều:

$$I = 1,2 \cdot \frac{P}{U} 10^3, \text{ (A)}$$

và là 1,3 đối với dòng xoay chiều:

$$I = 1,3 \cdot \frac{P}{\sqrt{3}U} 10^3, \text{ (A)}$$

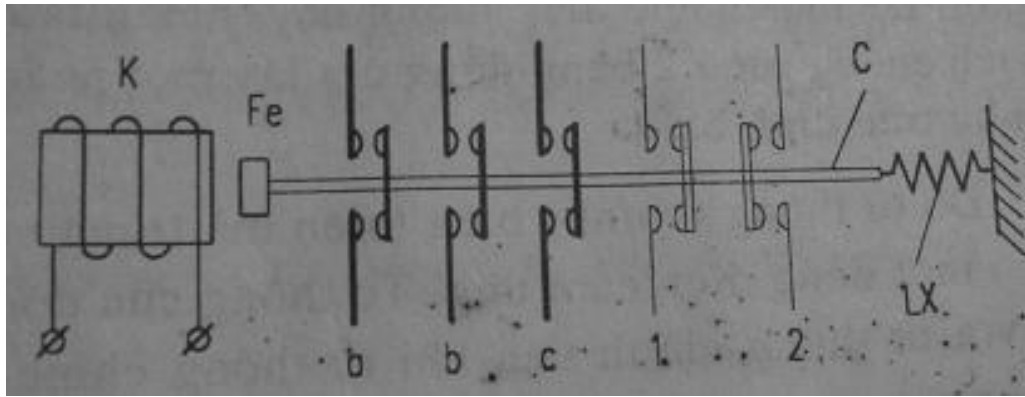
Trong đó P là công suất động cơ điện (kW), U là điện áp định mức nguồn cung cấp.

5.2.5 Công tắc tơ

Côngtắctơ là khí cụ điện điều khiển từ xa dùng để đóng-cắt các mạch điện động lực ở điện áp tới 500V và các dòng điện tới vài trăm, vài nghìn ampe.

Tùy theo dòng điện sử dụng, côngtắctơ chia ra loại một chiều và loại xoay chiều.

Phần tử chính của một côngtắctơ là cuộn hút điện từ K và hệ thống các tiếp điểm. Khi cuộn K không có điện, lò xo kéo cần C mở các tiếp điểm động lực (tiếp điểm chính) a, b, c và tiếp điểm phụ 1, đóng tiếp điểm phụ 2. Các tiếp điểm 1, a, b, c gọi là tiếp điểm thường mở. Tiếp điểm 2 gọi là tiếp điểm thường đóng.



Hình 5.16 - Nguyên lý cấu tạo của một côngtắctơ.

Khi cấp điện cho cuộn K, miếng sắt Fe bị hút, kéo căng lò xo LX và cần C sẽ đóng các tiếp điểm a, b, c, 1 và mở tiếp điểm 2.

Tùy theo mục đích sử dụng mà các tiếp điểm được nối vào mạch lực hay mạch điều khiển một cách thích hợp.

5.3 Role

Role là loại khí cụ điện tự động dùng để đóng-cắt mạch điều khiển, hoặc mạch bảo vệ, để liên kết giữa các khối điều khiển khác nhau, thực hiện các thao tác logic theo một quá trình công nghệ.

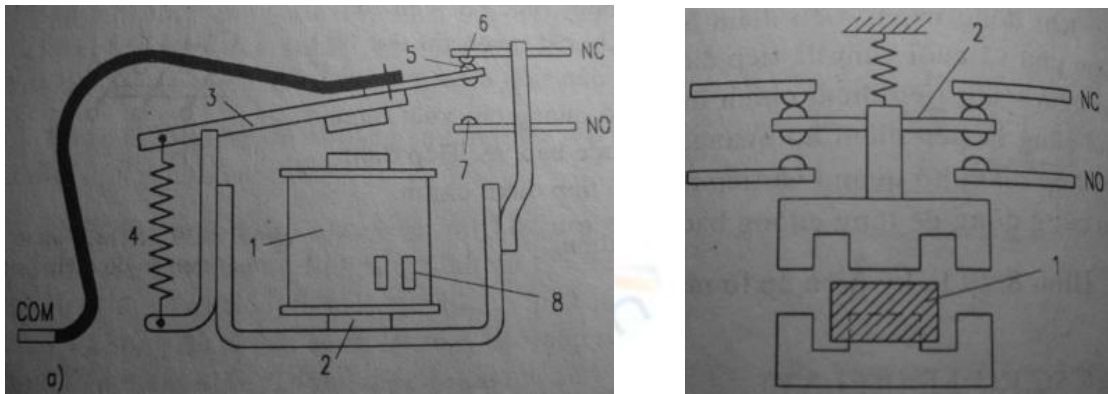
Role có rất nhiều loại với các nguyên lý làm việc và chức năng khác nhau. Các role được phân loại theo nhiều cách sau:

- Theo nguyên lý làm việc có: role điện từ, role từ điện, role điện động, role cảm ứng, role nhiệt, role quang, role điện tử...
- Theo đại lượng điện đầu vào có: role dòng điện, role điện áp, role công suất, role tổng trở, role tần số, role lệch pha...
- Theo dòng điện có: role một chiều, role xoay chiều.
- Theo nguyên lý tác động của cơ cấu chấp hành có: role tiếp điểm và role không tiếp điểm.
- Theo trị số và chiều đại lượng đầu vào có: role cực đại, role cực tiểu, role sai lệch, role hướng...
- Theo cách mắc cơ cấu thu (như cuộn hút trong role điện từ) vào mạch, role được chia ra: role sơ cấp (cơ cấu thu nối thẳng vào mạch) và role thứ cấp (cơ cấu thu nối vào mạch qua biến áp, biến dòng hay điện trở).

5.3.1 Role điện từ

Role điện từ là loại role đơn giản nhất và dùng rộng rãi nhất. Role làm việc dựa trên nguyên lý điện từ và về kết cấu, nó tương tự như côngtắctơ nhưng chỉ đóng-cắt mạch điện điều khiển, không trực tiếp dùng trong mạch lực.

Hình 5.17a trình bày nguyên lý kết cấu một role điện từ một chiều kiểu bản lề. Cuộn nam châm điện 1 quấn quanh lõi sắt 2. Hai đầu dây cuộn 1 nối ra 2 chấu cắm 8. Nắp từ động 3 được lò xo 4 kéo bật lên để tiếp điểm động 5 (tiếp điểm chung COM) tỳ vào tiếp điểm tĩnh 6 thành tiếp điểm thường kín NC, còn tiếp điểm tĩnh 7 bị hở mạch (tiếp điểm thường mở NO). Khi cuộn điện từ được cấp điện, nó sẽ hút nắp từ động và tiếp điểm NO được nối với tiếp điểm COM, tiếp điểm NC bị ngắt khỏi tiếp điểm COM.



a)

Hình 5.17 - Nguyên lý kết cấu của role điện từ.

b)

Hình 5.17b là nguyên lý làm việc của một role điện từ dạng piston với tiếp điểm động dạng bắc cầu 2. Cuộn hút role 1 là xoay chiều.

Qua cách làm việc của role điện từ, ta có thể thấy một role có 3 phần chính: cơ cấu thu, cơ cấu trung gian và cơ cấu chấp hành.

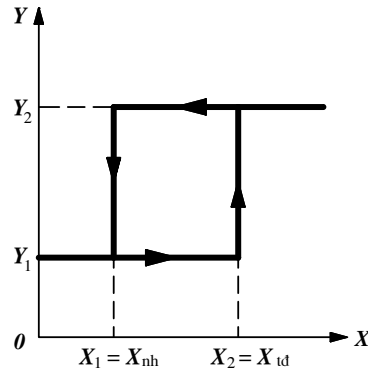
- Cuộn hút điện từ là cơ cấu thu vì nó tiếp nhận tín hiệu đầu vào (dòng điện, điện áp) và khi đạt một giá trị xác định nào đó thì role tác động.

- Mạch từ là cơ cấu trung gian vì nó giúp tạo lực hút của cuộn nam châm (cuộn điện từ). Khi cuộn dây này có điện và so sánh với lực đặt trước bởi lò xo phản hồi để hút và truyền kết quả tác động tới cơ cấu chấp hành.

- Hệ thống tiếp điểm là cơ cấu chấp hành vì nó truyền tín hiệu cho mạch điều khiển.

Quan hệ giữa đầu vào và đầu ra: Khi tín hiệu đầu vào là X (điện áp, dòng điện) đạt tới một giá trị tác động $X = X_2 = X_{td}$ (tác động \equiv hút) thì role hút vì lực điện từ thắng lực lò xo và đại lượng đầu ra y (điện áp, dòng điện tăng đột biến từ Y_1 lên Y_2 do tiếp điểm cơ cấu chấp hành đóng. Sau đó, có tăng lượng vào $X > X_2$ thì Y_2 vẫn giữ nguyên. Khi giảm tín hiệu vào đến $X = X_{td}$ thì role vẫn hút do lực từ vẫn lớn hơn lực lò xo. Tới một giá trị $X_1 = X_{nhả} < X_{td}$ thì lực lò xo phản hồi thắng lực hút điện từ, cuộn hút role nhả, mở tiếp điểm để cắt mạch. Tín hiệu ra giảm từ Y_2 về Y_1 . Sau đó X tiếp tục giảm $X < X_1$ thì Y vẫn giữ giá trị không đổi là Y_1 .

Hình 5.18 - Đặc tính quan hệ vào-ra của role.



Hệ số nhả của role là tỷ số:

$$k_{nh} = \frac{X_{nh}}{X_{td}}$$

Đối với role cực đại: $k_{nh} < 1$

Role cực tiểu: $k_{nh} > 1$

Role làm việc càng chính xác khi: $k_{nh} \rightarrow 1$

Tỷ số giữa công suất điều khiển P_{dk} của role (công suất của mạch mà tiếp điểm role đóng-cắt) và công suất tác động P_{td} (công suất cần cấp cho cuộn điện từ để nó hút) gọi là hệ số điều khiển (hay hệ số khuếch đại).

$$k_{dk} = \frac{P_{dk}}{P_{td}}$$

Hệ số k_{dk} càng lớn thì role càng nhạy.

Các loại role khác nhau thì có các hệ số k_{nh} , k_{dk} khác nhau.

Thời gian kể từ lúc đầu vào của role được cấp tín hiệu cho đến lúc cơ cấu chấp hành tác động gọi là thời gian tác động t_{td} . Với role điện từ, đó là thời gian tính từ lúc cuộn hút được cấp điện cho đến khi tiếp điểm thường mở đóng lại hoàn toàn hoặc tiếp điểm thường đóng mở ra hoàn toàn.

Tùy theo thời gian tác động t_{td} (còn gọi là thời gian trễ) mà role được chia ra:

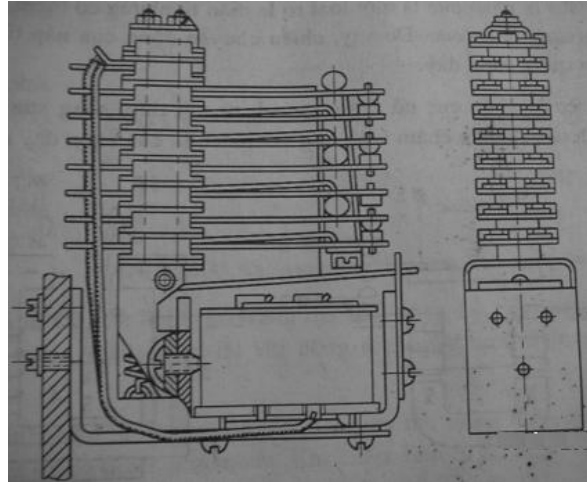
- Role không quán tính: $t_{td} < 1ms$
- Role tác động nhanh: $t_{td} \sim (1 \div 100)ms$
- Role thời gian: $t_{td} > 100ms$

5.3.2 Role trung gian

Nhiệm vụ chính của role trung gian là khuếch đại các tín hiệu điều khiển. Nó thường nằm ở vị trí giữa hai role khác nhau. Role trung gian thường là role điện từ.

Hình ...là kết cấu của một role trung gian. Nguyên lý làm việc của role trung gian tương tự như role điện từ nhưng không có sự điều chỉnh điện áp tác động. Role trung gian phải tác động tốt khi được đặt vào điện áp định mức trong phạm vi sai lệch $\Delta U = \pm 15\%U_{dm}$.

Hình 5.19 - Dạng chung của một kiểu role trung gian.



Số lượng tiếp điểm (tiếp điểm thường đóng, tiếp điểm thường mở, tiếp điểm chuyển đổi có cực động chung) của role trung gian thường nhiều hơn các loại role khác.

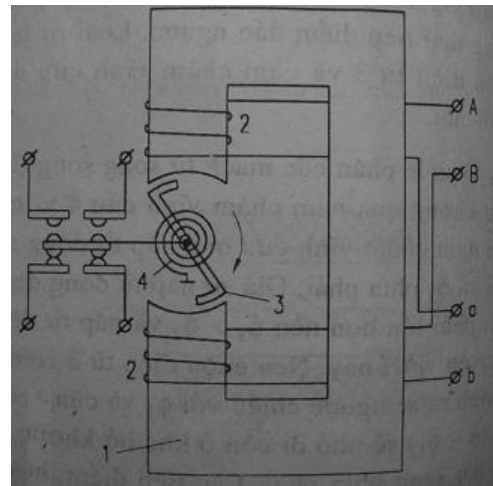
Role trung gian có sự phân cách về điện tốt giữa mạch cuộn hút và mạch tiếp điểm.

5.3.3 Role dòng điện và role điện áp

a) Role dòng điện dùng để bảo vệ mạch điện khi dòng điện trong mạch vượt quá hay giảm dưới một trị số nào đó đã được chỉnh định trong role.

Cấu tạo của một role dòng điện được trình bày trên hình 5.20. Mạch từ 1 được quấn cuộn dây dòng điện 2 có nhiều đầu ra. Khi có dòng điện chạy qua cuộn dây 2, từ trường sẽ tác dụng một từ lực lên nắp từ động làm bằng miếng sắt hình chữ Z. Nếu dòng điện vượt quá giá trị chỉnh định thì từ lực đủ lớn thắng lực cản lò xo 4, hút nắp từ động chữ Z quay và đóng (hoặc mở) hệ tiếp điểm.

Hình 5.20 - Nguyên lý cấu tạo và làm việc của role dòng điện cực đại.



Role dòng điện loại này thường dùng để bảo vệ dòng điện cực đại. Cuộn dây role dòng điện mắc nối tiếp với mạch cần bảo vệ.

b) Role điện áp dùng để bảo vệ các thiết bị điện khi điện áp đặt vào thiết bị điện tăng quá hoặc giảm quá mức quy định.

Nguyên lý cấu tạo của role điện áp tương tự như role dòng điện. Chỉ khác nhau là cuộn dây dòng điện ít vòng, thiết diện to trong role dòng điện được thay bằng cuộn dây điện áp nhiều vòng, thiết diện dây nhỏ.

Cuộn điện áp được mắc song song với mạch cần bảo vệ.

Role điện áp được chia ra 2 loại theo nhiệm vụ bảo vệ:

- Role điện áp cực đại: Nắp từ động không quay ở điện áp bình thường, khi điện áp tăng quá mức, lực từ thắng lực cân lò xo và nắp từ động sẽ quay, role tác động.
- Role điện áp cực tiểu: Nắp từ động không quay ở điện áp bình thường. Khi điện áp giảm quá mức, lực lò xo thắng lực từ, nắp từ động sẽ quay ngược và role tác động.

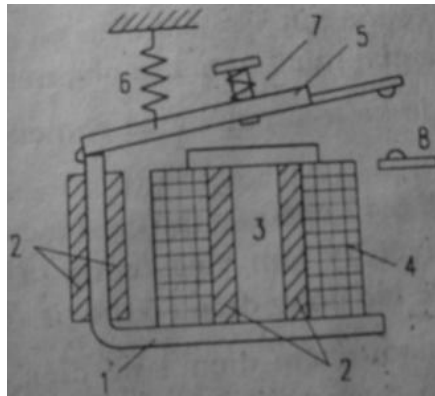
5.3.4 Role thời gian

Role thời gian là loại role tạo trễ đầu ra nghĩa là khi đầu vào có tín hiệu điều khiển thì sau một thời gian nào đó đầu ra mới tác động (tiếp điểm role mới đóng hoặc mở).

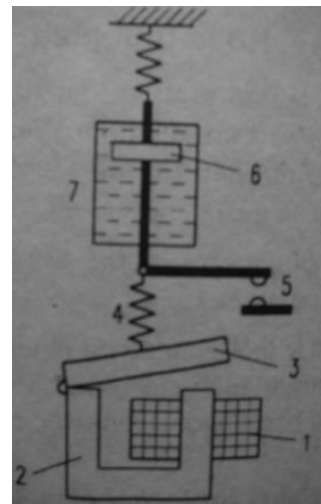
Thời gian trễ có thể từ vài phần giây đến hàng giờ hoặc hơn nữa.

Role thời gian có nhiều loại, nhiều kiểu khác nhau dùng cả ở mạch một chiều lẫn xoay chiều.

- Role thời gian kiểu điện từ: Dùng ở mạch một chiều và thường để duy trì thời gian nhả chậm nắp từ động tới 3s.
- Role thời gian kiểu thủy lực: Dùng cho cả cuộn hút một chiều và xoay chiều.



Hình 5.21 - Role thời gian kiểu điện từ.



Hình 5.22 - Role thời gian kiểu thủy lực.

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... Tùy 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.

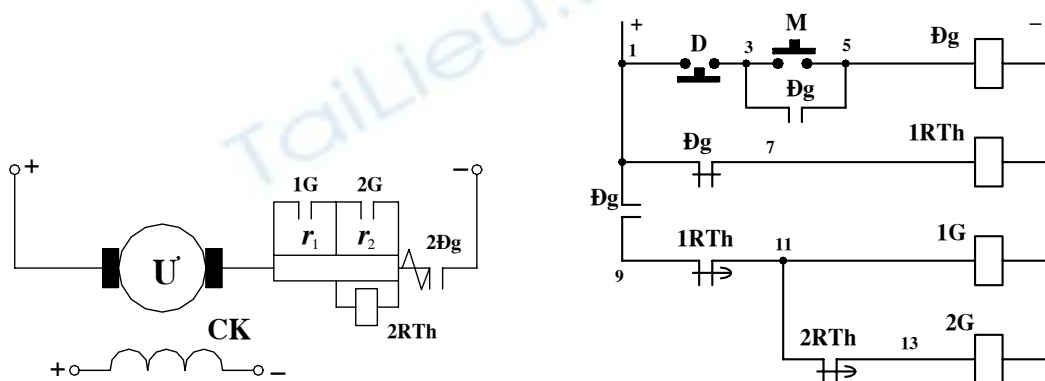
Những phần tử thụ cảm được thời gian để phát tín hiệu cần được chỉnh định dựa theo ngưỡng chuyển đổi của đối tượng. Ví dụ như tốc độ, dòng điện, mômen của mỗi động cơ được tính toán chọn ngưỡng cho thích hợp với từng hệ thống truyền động điện cụ thể.

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 từ, tương ứng là role thời gian kiểu con lắc, role thời gian điện từ, role thời gian khí nén và role thời gian điện từ...

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

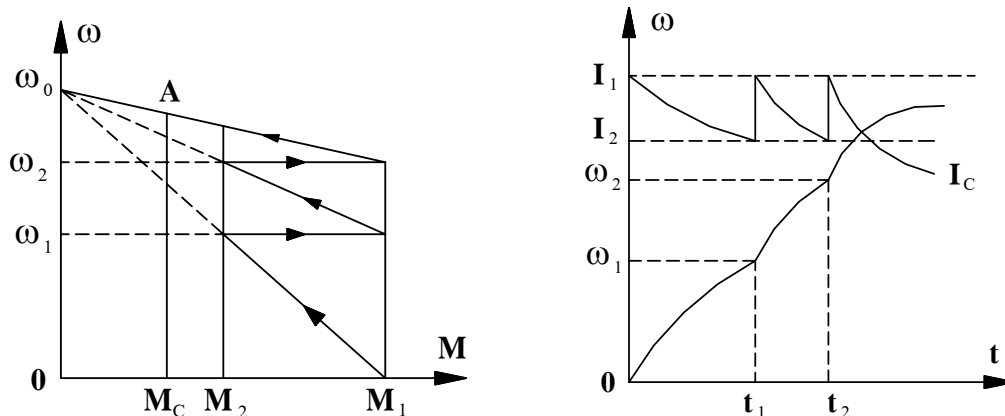
Xét mạch điều khiển khởi động động cơ điện một chiều kích từ độc lập có hai cấp điện trở phụ trong mạch phản ứng để hạn chế dòng điện khởi động ở trên theo nguyên tắc thời gian. Sơ đồ mạch điều khiển như hình 6.1.



Hình 6.1 - Điều khiển khởi động động cơ ĐM_{đl} 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), côngtắctơ 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 côngtắctơ 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 côngtắctơ 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 ĐM_{đl} 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 .

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

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 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 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.

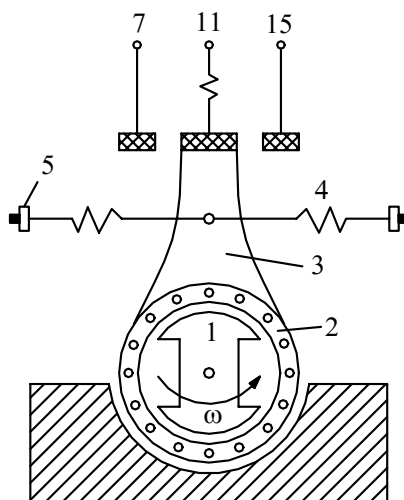
a) Nội dung nguyên tắc:

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 trục 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).

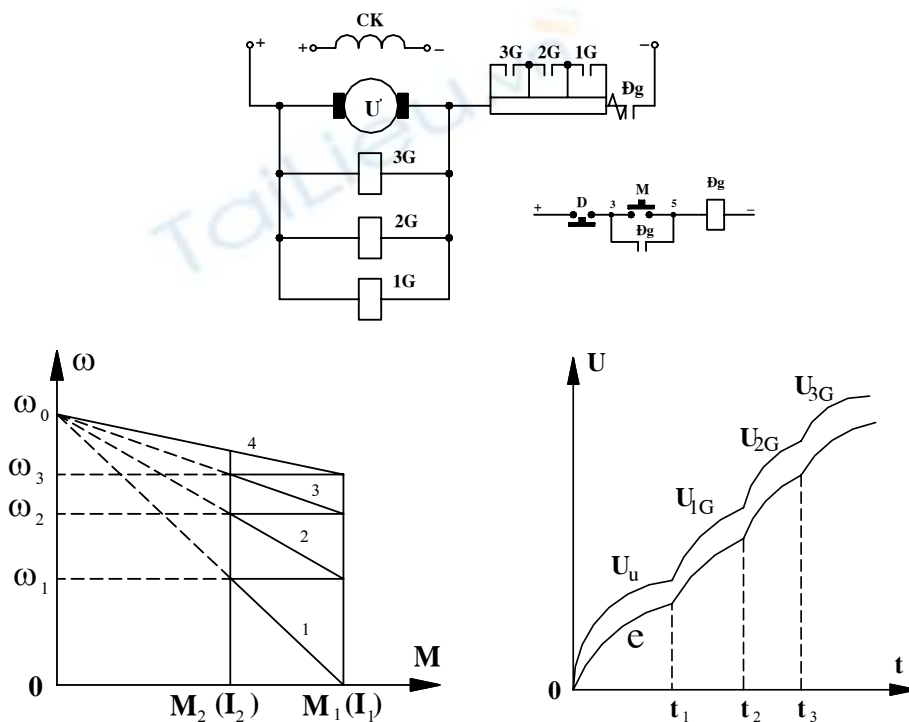
Trị số ngưỡng của tốc độ được điều chỉnh bởi bộ phận (5) thay đổi trị số kéo nén của lò xo cân bằng.

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:

$$U_{\text{hút}1G} = U_1$$

$$U_{\text{hút}2G} = U_2$$

$$U_{\text{hút}3G} = U_3$$

Hoạt động của sơ đồ: Sau khi ấn nút mở máy M, côngtăctor 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 côngtăctor 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 ω_2 ($\omega_2 > \omega_1$) điện áp trên 2 đầu côngtăctor 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 ω_3 ($\omega_3 > \omega_2$) điện áp trên 2 đầu côngtăctor 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 côngtăctor 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 M_C , quán tính J, điện áp lưới U và điện trở cuộn dây côngtăctor. Các côngtăctor 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 côngtăctor 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 côngtăctor 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.

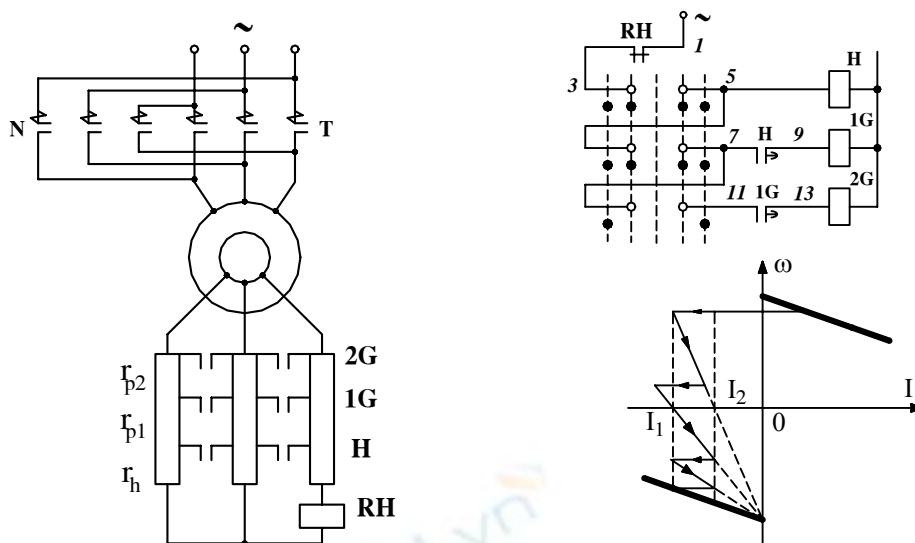
Dòng điện mạch phần ứng động cơ dùng làm tín hiệu vào trực tiếp hoặc gián tiếp cho các phần tử thụ cảm dòng điện nói trên. Khi trị số tín hiệu vào đạt đến giá trị ngưỡng xác định có thể điều chỉnh được của nó thì nó sẽ phát tín hiệu điều khiển hệ thống chuyển đến những trạng thái làm việc yêu cầu.

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 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 (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 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 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, 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 rôto dây quấn.

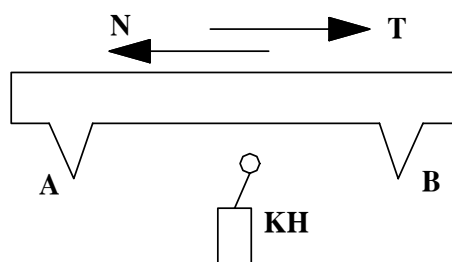
6.5 Các nguyên tắc điều khiển khác

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.



CHƯƠNG 7

CÁC SƠ ĐỒ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỂN HÌNH (20 tiết).

Quy ước các ký hiệu trong bài giảng:

$X(y)$: Phần tử hoặc tiếp điểm X ở dòng thứ y.

$\overline{X}(y)$: Phần tử X ở hàng thứ y đang có điện (cuộn dây) hoặc tiếp điểm X ở hàng y tác động.

$\underline{X}(y)$: Phần tử X ở hàng thứ y mất điện (cuộn dây) hoặc tiếp điểm X ở hàng y mở ra.

7 - 1. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY DOA (2 tiết)

7.1.1 Đặc điểm làm việc, yêu cầu về truyền động điện và trang bị điện

Máy doa dùng để gia công chi tiết với các nguyên công: khoét lỗ trụ, khoan lỗ, có thể dùng để phay. Thực hiện các nguyên công trên máy doa sẽ đạt được độ chính xác và độ bóng cao.

Máy doa được chia thành 2 loại chính: Máy doa đứng và máy doa ngang. Máy doa ngang dùng để gia công các chi tiết cỡ trung bình và nặng.

Chuyển động chính là chuyển động quay của dao doa (trục chính). Chuyển động ăn dao có thể là chuyển động ngang, dọc của bàn máy mang chi tiết hay di chuyển dọc của trục chính mang đầu dao. Chuyển động phụ là chuyển động thẳng đứng của ụ dao.

Yêu cầu về truyền động và trang bị điện máy doa:

a) *Truyền động chính:* Yêu cầu cần phải đảo chiều quay, phạm vi điều chỉnh tốc độ $D=130/1$ với công suất không đổi, độ trơn điều chỉnh $\varphi = 1,26$. Hệ thống truyền động chính cần phải hãm dừng nhanh.

b) *Truyền động ăn dao:* Phạm vi điều chỉnh của truyền động ăn dao là $D = 1500/1$. Lượng ăn dao được điều chỉnh trong phạm vi $2\text{mm/ph} \div 600\text{mm/ph}$; khi di chuyển nhanh, có thể đạt tới $2,5\text{m/ph} \div 3\text{m/ph}$. Lượng ăn dao (mm/ph) ở những máy cỡ nặng yêu cầu được giữ không đổi khi tốc độ trục chính thay đổi.

Đặc tính cơ cần có độ cứng cao, với độ ổn định tốc độ $< 10\%$. Hệ thống truyền động ăn dao phải đảm bảo độ tác động nhanh cao, dừng máy chính xác, đảm bảo sự liên động với truyền động chính khi làm việc tự động.

Ở những máy doa cỡ trung bình và nặng, hệ thống truyền động ăn dao sử dụng hệ thống khuếch đại máy điện - động cơ điện một chiều hoặc hệ thống T-Đ.

7.1.2 Sơ đồ truyền động chính máy doa ngang 2620

Máy doa 2620 là máy doa cỡ trung bình. Công suất động cơ truyền động chính: 10kW, công suất động cơ ăn dao: 2,1kW.

Trên mạch động lực gồm 2 động cơ:

- Động cơ ĐB dùng để bơm dầu thủy lực.

- Động cơ Đ là động cơ quay của truyền động chính, là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ. Mỗi pha của động cơ Đ có 2 cuộn dây, mục đích để nối Δ khi chạy với tốc độ $n = 1480\text{v/p}$, nối YY khi tốc độ là $n = 289\text{v/p}$.

Trên mạch điều khiển:

Hai tiếp điểm cơ khí thường đóng: $\overline{1KH}$ (4) và $\overline{2KH}$ (5) phụ thuộc vào tác động cơ khí.

a) Khởi động:

Giả sử muốn động cơ quay thuận: Ấn vào nút nhấn MT(1) -> cuộn dây $\overline{1T}$ (1) -> tiếp điểm $\overline{1T}$ (1,2) -> cuộn dây \overline{KB} (2) -> tiếp điểm \overline{KB} (2).

$\overline{1T}$ (1,2) + \overline{KB} (2) tạo thành mạch duy trì cho nút nhấn MT.

Tiếp điểm \overline{KB} (4) -> Cuộn dây \overline{Ch} (4) + cuộn dây role thời gian \overline{RTh} (7) -> Sau thời gian chỉnh định, tiếp điểm thường kín mở chậm \overline{RTh} (4) -> cuộn dây \overline{Ch} (4); đồng thời tiếp điểm thường mở đóng chậm \overline{RTh} (5) -> cuộn dây $\overline{1Nh}$ (5) -> tiếp điểm $\overline{1Nh}$ (6) -> cuộn dây $\overline{2Nh}$ (6).

Như vậy kết quả của việc ấn nút MT làm: \overline{KB} , $\overline{1T}$, \overline{Ch} .

Sau một thời gian chỉnh định: \overline{KB} , $\overline{1T}$, \overline{Ch} , $\overline{1Nh}$, $\overline{2Nh}$.

- Khi \overline{KB} -> Động cơ ĐB quay.

- Khi $\overline{1T}$ + \overline{Ch} -> Động cơ Đ quay thuận, nối Δ .

- Sau một thời gian chỉnh định: $\overline{1T}$, $\overline{1Nh}$, $\overline{2Nh}$ -> Động cơ Đ nối YY (Y kép).

* Khi $\overline{2KH}$ (5) : Động cơ Đ không nối được YY.

* Khi $\overline{1KH}$ (4) : Mạch lực ở giai đoạn chuẩn bị, chưa làm việc.

b) Chế độ hãm máy:

Người ta sử dụng role kiểm tra tốc độ RKT nối trực với động cơ Đ (không thể hiện trên hình vẽ), các phần tử của nó thì có.

Role RKT làm việc theo nguyên tắc ly tâm, khi tốc độ lớn hơn 10% tốc độ định mức, nếu quay thuận thì tiếp điểm $\overline{RKT-1}$ (8), nếu quay ngược thì $\overline{RKT-2}$ (11).

Giả sử động cơ Đ đang quay thuận: $\overline{1T}$, \overline{KB} , \overline{Ch} và $\overline{1Nh} + \overline{2Nh}$ (tùy vào $\overline{1KH}$, $\overline{2KH}$), \overline{RTh} , $\overline{RKT-1}$ (8), cuộn dây \overline{RTr} (10) => Dẫn đến: cuộn dây $\overline{1RH}$ (8) -> $\overline{1RH}$ (13,14).

Khi hãm: ấn vào D(1) -> cuộn dây $\overline{1T}$ (1), \overline{KB} (2) -> tiếp điểm \overline{KB} (4) -> các cuộn dây $\overline{Ch} + \overline{1Nh} + \overline{2Nh} + \overline{RTh}$ -> tiếp điểm \overline{Ch} (13) + tiếp điểm \overline{RTh} (13) (đóng lại) -> cuộn dây $\overline{2N}$ (14) => Đảo 2 trong 3 pha của động cơ Đ, động cơ Đ thực hiện chế độ hãm ngược, tốc độ giảm dần. Khi tốc độ giảm xuống dưới 10% tốc độ định mức thì $\overline{RKT-1}$ (8) -> $\overline{1RH}$ (8) -> $\overline{1RH}$ (13,14) -> cuộn dây $\overline{2N}$ (14) -> Động cơ chạy tự do về tốc độ 0.

Do dòng điện hãm lớn nên trong quá trình hãm người ta đưa thêm điện trở phụ R_f vào.

c) Chế độ thử máy:

- Là chế độ không duy trì (đối với nút nhấn).
- Động cơ chạy ở tốc độ thấp.

Giả sử muốn thử thuận: Nhấn nút thử thuận TT(12) $\rightarrow \overline{2T}(12)$ \rightarrow Động cơ Đ được nối Δ và trong mạch có điện trở phụ R_f \rightarrow tốc độ thấp.

7-2. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY TIỆN (4 tiết)

7.2.1 Đặc điểm công nghệ

Nhóm máy tiện rất đa dạng gồm các máy tiện đơn giản, Rovonve, máy tiện vạn năng, chuyên dùng, máy tiện cụt, máy tiện đứng... Trên máy tiện có thể thực hiện được nhiều công nghệ tiện khác nhau: Tiện trụ ngoài, tiện trụ trong, tiện mặt đầu, tiện côn, tiện định hình. Trên máy tiện cũng có thể thực hiện doa, khoan và tiện ren bằng các dao cắt, dao doa, tarô ren... Kích thước gia công trên máy tiện có thể từ vài milimet đến hàng chục met (máy tiện đứng).

Chuyển động chính: Là chuyển động quay chi tiết với tốc độ góc ω_{ct} . Mômen tỉ lệ nghịch với tốc độ: $M \sim \frac{1}{\omega}$. Người ta điều chỉnh sao cho khi tốc độ bé $\omega < \omega_{gh}$ thì giữ cho mômen không đổi ($M = \text{const}$), còn khi $\omega > \omega_{gh}$ thì mômen biến đổi theo đúng quy luật $M \sim \frac{1}{\omega}$.

Chuyển động ăn dao: Là chuyển động di chuyển của dao. Bàn dao chuyển động tịnh tiến dọc theo chi tiết (tiện dọc) hoặc vuông góc với trục chi tiết (tiện ngang). Mômen $M = \text{const}$.

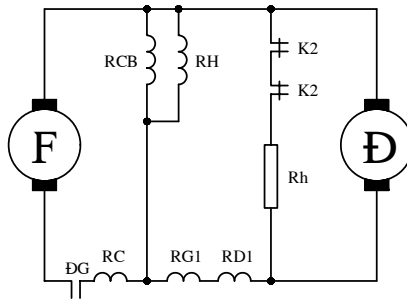
Ở máy tiện nhỏ thường truyền động ăn dao được thực hiện từ động cơ truyền động chính, còn ở những máy tiện nặng thì truyền động ăn dao được thực hiện từ một động cơ riêng là động cơ một chiều cấp điện từ máy điện khuếch đại hoặc bộ chỉnh lưu có điều khiển.

7.2.2 Sơ đồ truyền động chính của máy tiện 1A660

Máy tiện nặng 1A660 được dùng để gia công các chi tiết bằng gang hoặc bằng thép có trọng lượng dưới 250KN, đường kính chi tiết lớn nhất có thể gia công trên máy là 1,25m. Công suất của động cơ truyền động chính: 55KW. Truyền động ăn dao được thực hiện từ động cơ truyền động chính.

7.2.2.1 Mạch động lực

Truyền động chính được thực hiện từ hệ thống F-Đ. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi dòng kích từ của động cơ, còn sức điện động của máy phát được giữ không đổi.



Trên sơ đồ mạch động lực, động cơ Đ được cấp điện từ máy phát F. Để động cơ Đ có điện thì tiếp điểm của role DG phải đóng lại và tiếp điểm K2 mở ra ($\overline{DG} + \underline{K2}$).

Đoạn mạch gồm hai tiếp điểm K2 và điện trở Rh là mạch hãm động năng.

RC là Role dòng điện dùng để bảo vệ quá dòng. Khi dòng điện trong động cơ nhỏ hơn giá trị giới hạn cho phép thì Role RC ở mạch động lực chưa tác động, do đó tiếp điểm thường kín RC ở dòng số 9 của mạch điều khiển vẫn ở trạng thái đóng ($\overline{RC}(9)$). Khi dòng trong động cơ vượt quá giá trị giới hạn thì role RC tác động, mở tiếp điểm thường kín $\underline{RC}(9)$, cắt nguồn cấp cho các nhánh số 9, 10, 11 của mạch điều khiển.

RCB và RH là hai role áp, giá trị tác động của hai role này khác nhau: $U_{td.RCB} = U_{F.dm}$, $U_{td.RH} = 10\%U_{F.dm}$. Trong đó $U_{F.dm}$ là giá trị định mức của điện áp máy phát.

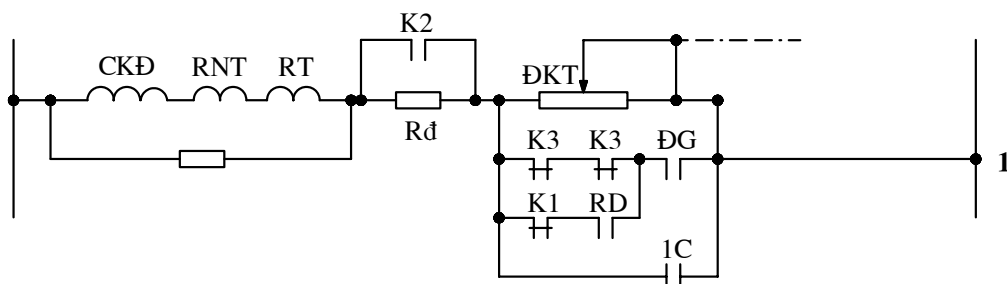
RG₁ và RD₁ là hai cuộn dòng của các role RG và RD, cuộn áp tương ứng là RG₂ và RD₂. Mỗi role RG và RD có hai cuộn dây là cuộn dòng và cuộn áp nối nối tiếp nhau. Khi cuộn áp có điện thì sức từ động của nó sinh ra lực hút làm tiếp điểm của role tương ứng đóng lại. Nếu dòng điện phản ứng vượt quá giá trị cho phép thì sức từ động của cuộn dòng điện tạo ra lực đẩy đủ lớn thắng lực hút của cuộn áp làm tiếp điểm của role tương ứng nhả ra.

7.2.2.2 Mạch kích từ

a- Mạch kích từ động cơ

Trong mạch kích từ động cơ, CKĐ là cuộn kích từ cho động cơ Đ. RNT là role dòng điện bảo vệ thiếu từ thông, đảm bảo không cho $\phi_D \sim 0$ sẽ làm cho tốc độ động cơ quá lớn. Giá trị tác động của RNT nhỏ hơn dòng kích từ nhỏ nhất để tạo ra tốc độ lớn nhất của động cơ.

Ví dụ: Giả sử tốc độ lớn nhất cho phép của động cơ là $\omega_{max} = 2.\omega_{dm}$, dòng điện kích từ định mức của động cơ là $I_{CKĐ dm} = 10A$ thì dòng điện kích từ để tạo ra ω_{max} sẽ là $I_{CKĐ} = 5A$, khi đó giá trị tác động của RNT phải là $I_{td.RNT} < I_{CKĐ}$, trong trường hợp này có thể là $I_{td.RNT} = 4,9A$.



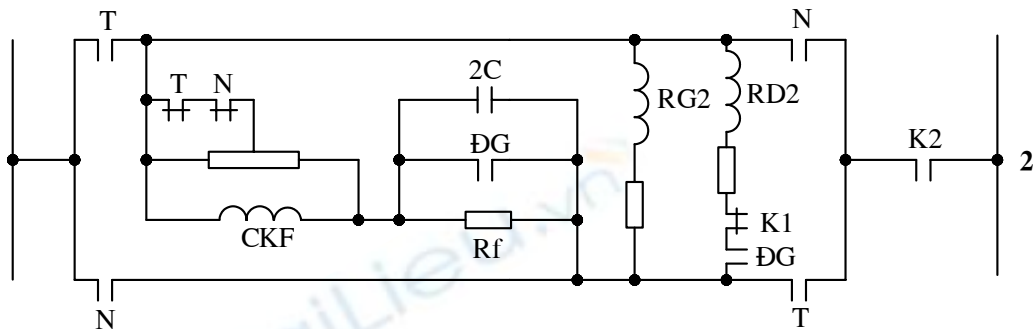
Tiếp điểm của RNT trên mạch động lực là $\overline{RNT}(9)$, khi RNT tác động thì $\overline{RNT}(9)$.

RT là Role dòng điện, có giá trị tác động bằng $I_{CKĐ\text{ đm}}$.

ĐKT là biến trở điều chỉnh dòng kích từ động cơ, khi điều chỉnh tăng $R_{ĐKT}$ thì $\Phi_{Đ}$ giảm, dẫn đến $\omega_{Đ}$ tăng và ngược lại.

b- Mạch kích từ máy phát

Trong mạch kích từ máy phát, cuộn CKF là cuộn kích từ của máy phát F, có thể đảo chiều nhờ cầu tiếp điểm T(2)+N(2). đảo chiều điện áp máy phát sẽ đảo chiều quay động cơ. $\overline{T}(2)$ sẽ làm động cơ quay thuận và $\overline{N}(2)$ sẽ làm động cơ quay ngược.



7.2.2.3 Điều kiện để máy làm việc

Máy chỉ có thể làm việc, tức là động cơ chỉ có thể khởi động được khi tất cả các điều kiện liên động sau được đảm bảo:

- Đủ dầu bôi trơn: Tiếp điểm DBT(16) kín, làm cho công-tắc-tơ K4(16) có điện.
- Chế độ làm việc của máy đã được chọn: Tiếp điểm CTC1 hoặc CTC2 kín.
 - Chọn chế độ quay thuận: Gạt tay gạt trên mặt máy để cho $\overline{CTC1}(14)$, dẫn đến $\overline{1RLĐ}(14)$, làm cho $\overline{1RLĐ}(3)+\overline{1RLĐ}(3,4)$.
 - Chọn chế độ quay ngược: Gạt tay gạt trên mặt máy cho $\overline{CTC2}(15)$, dẫn đến $\overline{2RLĐ}(15)$, làm cho $\overline{2RLĐ}(4) + \overline{2RLĐ}(3,4)$.
- Trị số tốc độ đặt đã được chọn: Tiếp điểm $\overline{TĐ}(10)$.
- Đủ từ thông kích từ cho động cơ: $\overline{RNT}(1)$ dẫn đến $\overline{RNT}(9)$.
- Các bánh răng trong hộp tốc độ đã ăn khớp hoàn toàn: Các tiếp điểm $\overline{1KBR}(21)$, $\overline{2KBR}(21)$, $\overline{3KBR}(21)$, $\overline{4KBR}(21)$.

7.2.2.4 Khởi động

Giả sử muốn động cơ quay thuận, ấn nút M1(5) làm cho cuộn dây $\overline{LĐT}(5)$, do đó tiếp điểm $\overline{LĐT}(10)$, dẫn đến cuộn dây $\overline{K1}(10)$, sẽ làm cho tiếp điểm $\overline{K1}(3)$ và tiếp điểm $\overline{LĐT}(3)$, nên cuộn dây $\overline{T}(3)$, dẫn đến tiếp điểm $\overline{T}(11)$, làm cho cuộn dây $\overline{ĐG}(11)$, do đó tiếp điểm $\overline{ĐG}(12)$ và điều này dẫn đến cuộn dây $\overline{K2}(12)$.

Như vậy, kết quả của việc ấn nút M1(5) sẽ dẫn đến các cuộn dây sau đây có điện: $\overline{K1}$, \overline{T} , $\overline{ĐG}$, $\overline{K2}$.

Lưu ý: Cuộn hút LĐT(5) không được duy trì bởi nút nhấn M1. Cuộn dây K1(10) được duy trì bởi cặp tiếp điểm nối tiếp nhau K1(10)+K2(10).

Khi ấn nút M1(5), trên mạch động lực tiếp điểm thường mở ĐG đóng lại và các tiếp điểm thường kín K2 mở ra, do đó động cơ Đ được cấp điện.

Ở mạch kích từ của động cơ lúc này ta có: Do cuộn dây $\overline{K2}$ (12) nên tiếp điểm $\overline{K2}$ (1) nối tắt loại điện trở R_d ra khỏi mạch kích từ động cơ. Ngoài ra, do cuộn dây \overline{DG} (11) nên tiếp điểm \overline{DG} (1) và do cuộn dây $\underline{K3}$ (13) lúc này chưa được cấp điện nên tiếp điểm thường kín $\overline{K3}$ (1), làm cho điện trở ĐKT cũng bị nối ngắn mạch. Vì vậy, dòng điện đi qua cuộn dây kích từ của động cơ CKĐ lúc này sẽ bằng dòng kích từ định mức ($I_{CKĐ}=I_{CKĐ.dm}$) nên từ thông kích từ cho động cơ lúc này bằng giá trị định mức ($\phi_D=\phi_{Ddm}$).

Ở mạch kích từ máy phát: Do cuộn dây $\overline{K2}$ (12) nên tiếp điểm $\overline{K2}$ (2) và do cuộn dây \overline{T} (3) nên tiếp điểm \overline{T} (2). $\overline{K2}$ (2) và \overline{T} (2) sẽ làm cho cuộn áp của role RG có điện: \overline{RG} (2) (lúc này \underline{RD} (2) do $\overline{K1}$), nên tiếp điểm \overline{RG} (2) làm nối tắt điện trở R_f . Vì vậy dòng điện đi qua cuộn kích từ CKF của máy phát bằng định mức ($I_{CKF} = I_{CKF.dm}$) nên từ thông kích từ cho máy phát bằng giá trị định mức ($\phi_F=\phi_{Fdm}$). Điện áp máy phát nhanh chóng tiến đến giá trị định mức và động cơ được khởi động với giá trị định mức. Việc khởi động cưỡng bức này làm cho tốc độ động cơ tăng nhanh nhưng dòng điện qua động cơ I_D sẽ rất lớn, do vậy cần phải có biện pháp hạn chế để I_D không vượt quá giá trị giới hạn cho phép I_{ghD} .

Nếu dòng I_D tăng đến giá trị vượt quá giới hạn cho phép: $I_D \geq I_{ghD}$ thì cuộn dòng của role RG sẽ sinh ra lực đẩy đủ lớn làm cho tiếp điểm \underline{RG} (2), do đó điện trở R_f được nối tiếp với cuộn kích từ máy phát CKF làm dòng kích từ I_{CKF} giảm nên từ thông kích từ máy phát ϕ_F giảm làm điện áp máy phát giảm ($U_F = K\phi_F\omega_F$), do đó dòng điện I_D giảm xuống.

Khi dòng điện I_D giảm về dưới giá trị giới hạn : $I_D < I_{ghD}$ thì lực đẩy do cuộn dòng của role RG sinh ra không đủ lớn nên tiếp điểm \overline{RG} (2), R_f bị nối tắt làm dòng kích từ máy phát I_{CKF} lại tăng lên dẫn đến ϕ_F tăng làm điện áp máy phát tăng, do đó dòng điện qua động cơ I_D tăng. Quá trình được lặp lại.

Việc đóng mở của role RG để cho dòng I_D không thể vượt quá giá trị cho phép như trên gọi là hạn chế dòng điện theo nguyên tắc rung. Mặc dù có sự biến thiên dòng điện trong quá trình rung nhưng tốc độ động cơ vẫn cứ tăng do quán tính.

Khi dòng điện I_D đã tiến đến giá trị ổn định thì chấm dứt quá trình rung, tiếp điểm \overline{RG} (2) và tốc độ động cơ tăng đến giá trị định mức.

Khi điện áp máy phát bằng giá trị định mức ($U_F = U_{Fdm}$) thì role RCB trên mạch động lực tác động ($U_{td.RCB} = U_{Fdm}$), làm tiếp điểm \overline{RCB} (13) nên cuộn hút $\overline{K3}$ (13) được cấp điện, làm tiếp điểm $\underline{K3}$ (1), biến trở ĐKT được nối tiếp với cuộn CKĐ do đó dòng kích từ của động cơ giảm xuống, làm ϕ_D giảm và tốc độ động cơ tăng trên tốc độ cơ bản

($\omega_D > \omega_{dm}$). Để điều chỉnh tốc độ của động cơ ta điều chỉnh dòng kích từ của động cơ bằng cách dịch chuyển biến trở ĐKT.

7.2.2.5 Mạch thử máy

Phân tích thử thuận: Để thử máy theo chiều thuận ta nhấn nút TT giữa dòng 3 và 4: \overline{TT} (3,4), dẫn đến cuộn dây \overline{T} (3) làm đóng tiếp điểm \overline{T} (11), do đó cuộn dây \overline{DG} (11) làm đóng tiếp điểm \overline{DG} (12), do đó cuộn dây $\overline{K2}$ (12).

Như vậy kết quả của việc nhấn nút \overline{TT} (3,4) sẽ làm các cuộn dây sau đây có điện: \overline{T} , \overline{DG} , $\overline{K2}$.

Như vậy so với việc nhấn nút $\overline{M1}$ (5) thì việc nhấn nút \overline{TT} (3,4) sẽ không cấp điện cho cuộn dây K1 do đó không duy trì cho K3(13). Khi thử máy thì các công tắc tơ LĐT hoặc LĐN không có điện nên T hoặc N chỉ có điện khi ấn nút TT hoặc NN.

Lúc này trên mạch động lực tiếp điểm \overline{DG} và tiếp điểm thường kín $\overline{K2}$, động cơ được phép làm việc.

Trên mạch kích từ của động cơ, $\overline{K2}$ (1) nên điện trở RĐ bị nối ngắn mạch, và \overline{DG} (1) cùng với $\overline{K3}$ (13) nên $\overline{K3}$ (1) làm ĐKT bị nối ngắn mạch. Kết quả là dòng qua cuộn kích từ động cơ bằng định mức, do đó role dòng điện RT(1) tác động làm \overline{RT} (13) cùng với việc $\overline{K1}$ (13) nên cuộn dây $\overline{K3}$ (13). Vì $\overline{K3}$ nên biến trở ĐKT bị nối tắt, từ thông động cơ luôn được giữ bằng định mức trong quá trình thử máy, tốc độ động cơ không thể vượt quá giá trị định mức.

Trong mạch kích từ máy phát, \overline{T} (2) và $\overline{K2}$ (2) nên $\overline{RG2}$ (2), làm điện trở R_f bị nối tắt, dòng kích từ của máy phát bằng giá trị định mức, do đó điện áp máy phát $U_F = U_{Fdm}$, động cơ được khởi động cưỡng bức, do đó khi ấn nút thử máy sẽ diễn ra quá trình hạn chế dòng điện theo nguyên tắc rung.

Khi thả nút ấn TT(3,4), động cơ sẽ thực hiện hãm tái sinh do sức điện động máy phát giảm dần, còn từ thông động cơ được giữ ở giá trị định mức. Giai đoạn cuối cùng là hãm động năng, được bắt đầu khi điện áp máy phát giảm đến trị số nhỏ của role RH. Cuộn dây các công tắc tơ \overline{DG} (11) và $\overline{K2}$ (12), cắt phần ứng động cơ ra khỏi máy phát và đóng vào điện trở hãm R_h .

7.2.2.6 Chế độ điều khiển tốc độ từ xa

Để điều khiển tốc độ từ xa, người ta dùng động cơ servo Đ1 và các nút ấn M1, M2, M3.

Động cơ Đ1(20) được kích từ nối tiếp bởi cuộn dây CKĐ1, đảo chiều quay động cơ Đ1 bằng cách đảo chiều dòng kích từ nhờ vào cầu tiếp điểm KN(20) + KT(20).

Khi muốn giảm tốc, nhấn nút $\overline{M3}$ (9) làm cuộn dây \overline{KN} (9), do đó tiếp điểm \overline{KN} (20) làm động cơ Đ1 quay biến trở ĐKT về bên trái làm tăng dòng kích từ động cơ Đ, do đó tốc độ động cơ Đ giảm xuống.

Khi muốn tăng tốc, nếu động cơ đang quay thuận thì ta ấn M1(5) còn nếu động cơ đang quay ngược thì ta ấn M2(7). Giả sử động cơ đang quay thuận, ta ấn nút M1(5) dẫn đến cuộn dây \overline{LDT} (5) do đó tiếp điểm \overline{LDT} (5,6), lúc này \overline{RCB} nên \underline{RCB} (6) vì vậy $\underline{3LDT}$ (6). Kết quả là cuộn dây \overline{KT} (8) do đó tiếp điểm \overline{KT} (20) làm động cơ Đ1 quay biến trở ĐKT về bên phải làm giảm dòng kích từ động cơ Đ, tốc độ động cơ Đ tăng lên.

7.2.2.7 Quá trình hãm dừng máy

Quá trình hãm bắt đầu khi ấn nút D(9) và diễn ra qua 3 giai đoạn:

Đầu tiên là giai đoạn hãm tái sinh do tăng dòng kích từ lên giá trị định mức. Khi ấn nút D(9) sẽ làm cho cuộn dây $\underline{K1}$ (10), dẫn đến các tiếp điểm của nó là $\underline{K1}$ (13), $\underline{K1}$ (3) và $\overline{K1}$ (1). Tiếp điểm $\overline{K1}$ (1) làm cho biến trở ĐKT bị ngắn mạch, dòng điện qua cuộn kích từ động cơ sẽ tăng đến giá trị định mức. Lúc này sức điện động máy phát vẫn được giữ định mức. Khi dòng kích từ động cơ đạt đến giá trị định mức thì role dòng điện RT(1) tác động, làm cho tiếp điểm của nó \underline{RT} (13), do đó cuộn dây $\underline{K3}$ (13). Kết quả là các tiếp điểm $\underline{K1}$ (3) và $\underline{K3}$ (4) làm mất điện các công tắc tơ N và T, do đó cắt điện cuộn kích từ máy phát ở dòng số 2.

Động cơ chuyển sang quá trình hãm tái sinh thứ hai do sức điện động máy phát giảm dần, còn từ thông động cơ được giữ ở trị số định mức.

Giai đoạn cuối cùng là hãm động năng, được bắt đầu khi điện áp máy phát giảm đến trị số nhỏ của role RH ($U_{td,RH} = 10\%U_{Fdm}$) thì tiếp điểm của nó \underline{RH} (11) và \underline{RH} (12), do đó cuộn dây công tắc tơ \underline{DG} (11), tiếp điểm của nó \underline{DG} (12) làm công tắc tơ $\underline{K2}$ (12). Trên mạch động lực tiếp điểm \underline{DG} cắt động cơ khỏi nguồn máy phát và các tiếp điểm $\overline{K2}$ đóng động cơ vào điện trở hãm R_h , động cơ thực hiện hãm động năng.

Trong quá trình hãm, dòng điện phản ứng động cơ được hạn chế theo nguyên tắc rung nhờ role hai cuộn dây RD. Tác động của role này tương tự như role RG.

7.2.2.8 Mạch tín hiệu

Trong sơ đồ, đèn ĐH1 dùng để báo hiệu trạng thái bình thường và đèn BH2 báo hiệu về trạng thái không bình thường của hệ thống dầu bôi trơn. Khi máy đang làm việc mà không đủ dầu bôi trơn thì không những đèn ĐH2 sáng lên mà còn có cả tín hiệu còi.

7-3. TRANG BỊ ĐIỆN-ĐIỆN TỬ MÁY BẢO GIỮỜNG (4 tiết)

7.3.1 Đặc điểm công nghệ, các yêu cầu đối với truyền động điện và trang bị điện

Chu kỳ làm việc gồm hai hành trình:

+ Hành trình thuận: Cắt gọt kim loại.

+ Hành trình ngược: Đưa chi tiết về lại vị trí ban đầu để chuẩn bị cho chu kỳ kế tiếp.

Giản đồ thời gian hoạt động của máy được biểu diễn như hình vẽ.

+ $0 \div t_1$: Máy khởi động không tải, tốc độ tăng từ $0 \div V_0$.

$V_0 = (5 \div 12)m/ph$. Với tốc độ này cho phép dao dần đi vào chi tiết.

- + $t_1 \div t_2$: Chạy với tốc độ V_o , dao đã ăn vào chi tiết.
 - + $t_2 \div t_3$: Tăng tốc từ $V_o \div V_{th}$. Giá trị tốc độ V_{th} phụ thuộc vào kim loại gia công và chi tiết.
 - + $t_3 \div t_4$: Thời gian thực hiện cắt gọt kim loại.
 - + Tại t_4 : Dao chuẩn bị ra khỏi chi tiết, lúc này người ta cần giảm tốc về V_o để dao ra khỏi chi tiết mà không làm hỏng chi tiết.
 - + $t_4 \div t_5$: Giảm tốc độ từ $V_{th} \div V_o$.
 - + $t_5 \div t_6$: Chạy với tốc độ V_o để dao ra khỏi chi tiết.
 - + Tại t_6 : Dao đã ra khỏi chi tiết, thực hiện chế độ hãm dừng từ $t_6 \div t_7$.
 - + $t_6 \div t_7$: Thực hiện chế độ hãm tốc độ về 0.
 - + $t_7 \div t_8$: Thời gian khởi động ngược đưa bàn về vị trí ban đầu với tốc độ V_{ng} .
 - + Tại t_9 : Bàn đã chuẩn bị về gần điểm xuất phát, cần giảm tốc độ về V_o để hãm dừng bàn tại điểm xuất phát.
 - + $t_9 \div t_{10}$: Giảm tốc độ từ $V_{ng} \div V_o$.
 - + t_{11} : Chạy với tốc độ V_o .
 - + $t_{11} \div t_{12}$: Giảm tốc độ từ $V_o \div 0$.
- Sau đó khởi động lại cho chu kỳ mới.

Trong một chu kỳ làm việc, động cơ thường xuyên làm việc ở chế độ quá độ. Các chế độ hoạt động của máy: Khởi động, tăng tốc, giảm tốc, hãm máy, dừng, đảo chiều.

Để tăng năng suất của máy, thường có hai giải pháp:

+ Giảm thời gian quá độ, bằng cách cường bức quá độ \rightarrow Dòng điện trong động cơ rất lớn, do đó cần có biện pháp hạn chế dòng điện khi nó vượt quá giá trị cho phép.

+ Tăng tốc độ V_{ng} . Thường chọn: $\frac{V_{ng}}{V_{th}} = (2 \div 3) / 1$.

7.3.2 Sơ đồ truyền động chính máy bào giường hệ F-D

Động cơ Đ: Quay truyền động chính, được cấp điện từ máy phát F.

CKF: Cuộn kích từ của máy phát F, được cấp điện bởi máy điện khuếch đại KĐM.

KĐM có 4 cuộn kích từ.

- Các cuộn CK_{1,2,3}: 3 cuộn nối tiếp nhau, nhận tín hiệu chủ đạo, tín hiệu phản hồi âm áp, phản hồi dương dòng và phản hồi mềm.

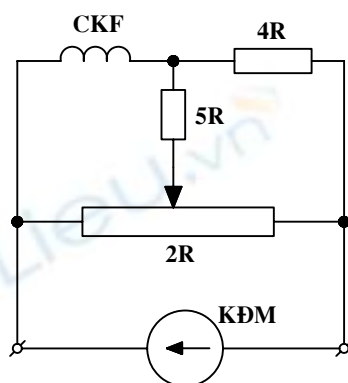
1) Tín hiệu chủ đạo: Lấy trên biến trở BTT (tương ứng với chế độ quay thuận) hoặc trên BTN (tương ứng với chế độ quay ngược), tạo ra dòng trên các cuộn CK_{1,2,3} qua các phần tử CFF, CFĐ, 5R, 1R, BTT, 8R, BTN.

2) Phản hồi âm áp: 1R được nối song song với u_F (nối song song với máy phát F) -
 \rightarrow Khi hệ thống làm việc, trên 1R có điện áp $u_a \sim u_F$, u_a cũng tạo ra dòng điện chảy qua CK_{1,2,3}, cực tính của dòng điện này ngược với dòng điện do u_{CD} sinh ra \Rightarrow Do đó phản hồi này là phản hồi âm áp.

3) Phản hồi dương dòng: Khi hệ thống làm việc, trên cuộn phụ của máy phát & động cơ là CFF & CFD sẽ có sụt áp $u_i \sim I.(R_{CFF} + R_{CFD}) \rightarrow u_i$ tạo ra dòng điện chạy trong $CK_{1,2,3}$ cùng chiều với dòng do u_{CD} tạo ra \Rightarrow Phản hồi dương dòng.

4) Phản hồi mềm: Lấy trên cầu cân bằng gồm có: 2 phần của điện trở $2R$, điện trở $4R$, và cuộn CKF (hình vẽ). Một đường chéo của mạch cầu nối với máy điện khuếch đại KĐM. Đường chéo còn lại nối với điện trở $5R$.

Ta dịch chuyển biến trở $2R$ để khi động cơ làm việc ở chế độ tĩnh thì cầu cân bằng, khi đó $u_{5R} = 0$. Còn khi động cơ làm việc ở chế độ động, cầu mất cân bằng $\rightarrow u_{5R} \neq 0$, do đó sẽ có dòng điện chạy qua các cuộn dây $CK_{1,2,3}$ có chiều chống lại sự thay đổi đó làm cho hệ nhanh chóng ổn định.



Điện áp đặt vào các cuộn $CK_{1,2,3}$:

$$u_{dk} = u_{CD} - u_a \pm u_{5R} + u_i$$

Ở chế độ tĩnh: $u_{5R} = 0$.

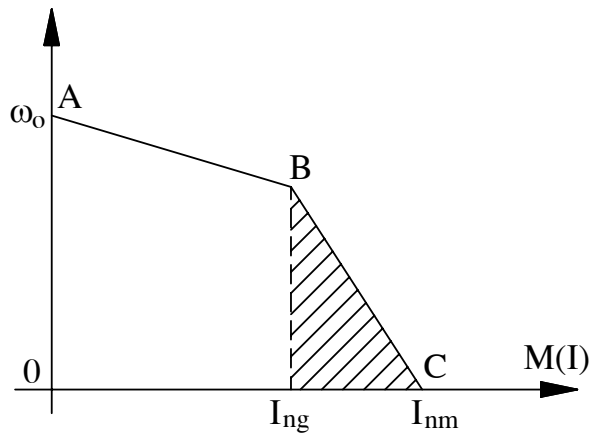
$$\Rightarrow u_{dk} = u_{CD} - u_a + u_i = u_{CD} - (u_i - u_a) = u_{CD} - C.\omega$$

Khi khởi động: $\omega = 0 \rightarrow u_{dk} = u_{CD} \rightarrow$ Điện áp đặt vào các cuộn $CK_{1,2,3}$ rất lớn \rightarrow dòng lớn, gây nguy hiểm cho các cuộn này (do máy thường xuyên khởi động). Để bảo vệ các cuộn dây $CK_{1,2,3}$, người ta tạo cho nó một khâu phân mạch, khâu này gồm có: 2 bóng đèn BĐ có điện trở phi tuyến, điện trở $6R$, các cặp van $1V-3V, 2V-4V$, điện trở $3R$, trên $3R$ đặt điện áp U_{SS} .

Khi điện áp trong các cuộn $CK_{1,2,3}$ vượt quá giá trị cho phép (U_{SS}), thì các bóng đèn BĐ tăng điện trở \rightarrow làm cho dòng i_{dk} chảy vào các cuộn $CK_{1,2,3}$ không tăng. Đồng thời các cặp van $1V-3V$ hoặc $2V-4V$ mở tạo đường cho dòng phân mạch chảy không qua $CK_{1,2,3}$.

5) Cuộn CK_4 : Là cuộn phản hồi âm dòng có ngắt. Đối với những máy thường xuyên làm việc quá tải như máy xúc, máy cán. Khi quá tải hoặc ngắn mạch, người ta không sử dụng bảo vệ quá tải để cắt nó ra khỏi lưới điện vì làm thế thì năng suất máy thấp.

Để đảm bảo năng suất của máy, người ta tạo cho hệ thống một đường đặc tính cơ dạng máy xúc.



- + Khi $I < I_{ng}$ -> Động cơ làm việc trên đặc tính cơ tự nhiên.
- + Khi $I > I_{ng}$ -> Động cơ chuyển sang làm việc trên đoạn BC.

Mục đích của đoạn BC: tạo ra dòng I_{nm} bé.

Khâu tạo ra đặc tính cơ BC là khâu phản hồi âm dòng có ngắt.

- + Khi dòng điện của động cơ $I_D < I_{ng}$ thì $u_i < \frac{U_{ss}}{2}$: Các van 1V và 2V bị khóa ->

Cuộn CK4 không có tín hiệu.

- + Khi dòng điện của động cơ $I_D > I_{ng}$ thì $u_i > \frac{U_{ss}}{2}$: Tùy theo cực tính làm cho van

1V hoặc 2V thông -> trên cuộn CK4 có dòng điện -> Sức từ động tổng của hệ thống giảm nhỏ, kết quả là giảm điện áp ra để giảm I_{nm} .

* Mạch điều khiển:

- Công tắc 1KC và 2KC: Định hành trình thực tùy theo chiều dài chi tiết.

KC: Giới hạn hành trình dài nhất khi chế tạo.

Khi bào ở đầu hành trình thuận, nó ấn vào công tắc 2KC, khi bào chạy về cuối hành trình thuận, nó ấn vào công tắc 1KC.

Giả sử bàn ở đầu hành trình thuận, bàn ấn vào công tắc 2KC -> tiếp điểm $\overline{2KC-1}(10)$, $\overline{2KC-2}(14)$.

Khi khởi động ta ấn vào nút nhấn MT(7) (lúc này giả sử đã đủ dầu áp lực để $\overline{RAL}(6)$ -> cuộn dây $\overline{KL}(6)$ -> các tiếp điểm $\overline{KL}(9) + \overline{KL}(10) + \overline{KL}(14)$ -> cuộn dây $\overline{T}(9)$ -> tiếp điểm $\overline{T}(13) + \overline{T}(5) + \underline{T}(10)$ -> cuộn dây $\overline{R}(13)$ -> tiếp điểm $\overline{R}(5-6)$. Và lúc này cuộn dây $\overline{RC}(14)$ do $\overline{KL}(14) + \overline{2KC-2}(14)$, dẫn đến tiếp điểm $\overline{RC}(2-3)$.

Như vậy kết quả quan trọng của việc nhấn nút MT(7) sẽ làm các tiếp điểm sau đây đóng lại: $\overline{R}(5-6) + \overline{T}(5) + \overline{RC}(2-3)$.

Điện áp u_{CD} đặt trên biến trở BTT nhưng do tiếp điểm $\overline{RC}(2-3)$ ngắn mạch một phần BTT nên u_{CD} giảm nhỏ nên động cơ chỉ khởi động không tải và làm cho tốc độ tăng từ $0 \div V_0$ để cho dao đi vào chi tiết (bàn chạy thuận).

Với tốc độ V_0 dao đi vào chi tiết. Tại thời điểm t_2 , bàn thôi ấn vào 2KC -> tiếp điểm $\overline{2KC-2}(14)$ -> cuộn dây $\overline{RC}(14)$ -> tiếp điểm $\overline{RC}(2-3)$, u_{CD} phụ thuộc vào vị trí của

biến trở BTT, do đó u_{CD} tăng lên tương ứng với chế độ tăng tốc từ $V_o \div V_{th}$. Và khi dao đã cắt vào chi tiết, công tắc hành trình 2KC không bị ấn nữa, các tiếp điểm của nó được phục hồi, do đó tiếp điểm $\overline{2KC-1}(10)$ chuẩn bị cho hành trình ngược.

Tại thời điểm t_4 : Dao chuẩn bị ra khỏi chi tiết. Bàn sẽ ấn vào chổi than 1KH \rightarrow làm ngắn mạch một phần biến trở BTT(3) \rightarrow làm giảm điện áp u_{CD} , động cơ thực hiện chế độ hãm từ V_{th} về V_o .

Tại thời điểm t_6 : Dao đã ra khỏi chi tiết, lúc này bàn ấn vào 1KC \rightarrow tiếp điểm $\overline{1KC-1}(9)$ \rightarrow cuộn dây $\underline{T}(9)$ \rightarrow tiếp điểm $\overline{T}(10)$ \rightarrow cuộn dây $\overline{N}(10)$ \rightarrow tiếp điểm $\overline{N}(5)+\underline{T}(5)$, điện áp u_{CD} chuyển sang đặt trên BTN \rightarrow động cơ thực hiện chế độ hãm tái sinh. Sau đó động cơ khởi động ngược đưa bàn trở về vị trí ban đầu tương ứng với tốc độ V_{ng} .

Khi bàn máy thực hiện hành trình ngược, công tắc hành trình thôi bị ấn, do đó tiếp điểm $\overline{1KC-1}(9)$ để chuẩn bị cho hành trình kế tiếp.

Tại thời điểm t_9 : Bàn đã chạy về gần điểm xuất phát, bàn sẽ ấn vào chổi than 2KH(4) \rightarrow ngắn mạch một phần biến trở BTN làm giảm giá trị u_{CD} , động cơ thực hiện chế độ hãm tái sinh về V_o .

Tại thời điểm t_{11} : Bàn ấn vào công tắc hành trình 2KC \rightarrow tiếp điểm $\underline{2KC-1}(10) + \overline{2KC-2}(14)$, kết quả là cuộn dây $\underline{N}(10)$ \rightarrow tiếp điểm $\overline{N}(9)$ \rightarrow cuộn dây $\overline{T}(9)$ \rightarrow tiếp điểm $\overline{T}(5) + \underline{N}(5)$. Điện áp u_{CD} chuyển từ BTN sang BTT, động cơ thực hiện chế độ hãm tái sinh từ $V_o \div 0$ sau đó khởi động ngược cho chu trình kế tiếp.

*** Chế độ hãm máy:** (dừng hẳn hoặc dừng sự cố)

Khi dừng máy, ấn nút dừng D, lúc này các cuộn dây KL, N, T đều mất điện, lúc này $u_{CD} = 0$, do đó $U_{dk} = -C.\omega$, điều này sẽ gây ra đột biến về trị số và chiều trong cuộn dây CK_{1,2,3}. Để tránh đột biến này, người ta duy trì một lượng điện áp nhỏ đặt trên biến trở 8R(3) nhờ vào việc mở chậm tiếp điểm thường mở mở chậm R(5-6). Khi tiếp điểm $\underline{R}(5-6)$ đã mở ra, $U_{8R} = 0$, lúc này điện áp U_a lấy trên biến trở 1R (mắc song song với máy phát F) được chuyển thành giá trị U'_a nhờ tiếp điểm thường kín đóng chậm R (trên mạch lực) mục đích là để hoàn thiện nhanh quá trình hãm.

Chế độ thử máy: được thực hiện bằng các nút ấn TT hoặc TN, công tắc tơ KL không làm việc nên hệ thống chỉ làm việc khi còn ấn nút.

Điều kiện làm việc: Sơ đồ không cho phép động cơ làm việc trong các trường hợp sau đây:

- Không đủ áp lực dầu trong hệ thống bôi trơn (tiếp điểm RAL mở).
- Bàn máy di chuyển ra ngoài phạm vi cho phép (tiếp điểm KC mở).

7-4. TRANG BỊ ĐIỆN-ĐIỆN TỬ MÁY MÀI (2 tiết)

7.4.1 Đặc điểm công nghệ

Máy mài có 2 loại chính: *Máy mài tròn* và *máy mài phẳng*. Ngoài ra còn có các máy khác nhau: máy mài vô tâm, máy mài rãnh, máy mài cắt, máy mài răng .v.v..

Thường trên máy mài có ụ chi tiết hoặc bàn, trên đó kẹp chi tiết và ụ đá mài, trên đó có trục chính với đá mài. Cả 2 ụ đều đặt trên bệ máy.

Máy mài tròn có 2 loại: Máy mài tròn ngoài và máy mài tròn trong. Trên máy mài tròn chuyển động chính là chuyển động quay của đá mài, chuyển động ăn dao là di chuyển tịnh tiến của ụ đá dọc trục (ăn dao dọc trục) hoặc chuyển động quay của chi tiết (ăn dao vòng). Chuyển động phụ là chuyển động nhanh của ụ đá hoặc chi tiết...

Máy mài phẳng có 2 loại: Mài bằng biên đá và mài bằng mặt đầu. Chi tiết được kẹp chặt bàn máy tròn hoặc chữ nhật. Ở máy mài bằng biên đá, đá mài quay tròn và chuyển động tịnh tiến ngang so với chi tiết, bàn máy mang chi tiết chuyển động tịnh tiến qua lại. Chuyển động quay của đá mài là chuyển động chính, chuyển động ăn dao là di chuyển của đá (ăn dao ngang) hoặc chuyển động của chi tiết (ăn dao dọc).

Ở máy mài bằng mặt đầu đá, bàn có thể là tròn hoặc chữ nhật, chuyển động quay của đá là chuyển động chính, chuyển động ăn dao là di chuyển ngang của đá (ăn dao ngang) hoặc chuyển động qua lại của bàn mang chi tiết (ăn dao dọc).

7.4.2 Đặc điểm về truyền động điện và trang bị điện

Đối với truyền động chính, thông thường máy không yêu cầu điều chỉnh tốc độ, nên sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

Truyền động ăn dao thường sử dụng thủy lực đối với truyền động ăn dao ngang (máy mài tròn và máy mài phẳng) hoặc thực hiện theo hệ BBĐ-ĐM đối với máy mài tròn cỡ lớn.

7.4.3 Sơ đồ truyền động chính máy mài 3A161

Trong sơ đồ, sử dụng 3 động cơ xoay chiều:

+ Động cơ ĐM (7kW, 930 vg/ph) là động cơ quay viên đá mài.

+ Động cơ ĐT (1,7 kW, 930 vg/ph) là động cơ bơm dầu cho hệ thống thủy lực để thực hiện ăn dao ngang của ụ đá, ăn dao dọc của bàn máy và di chuyển nhanh ụ đá ăn vào chi tiết hoặc ra khỏi chi tiết.

Điều chỉnh các van thủy lực bằng các cuộn dây: 1NC và 2NC (trên mạch động lực), được đóng mở bằng các tiếp điểm 1RTr và 2RTr.

+ Động cơ ĐB (0,125 kW, 2800 vg/ph) bơm nước là mát.

Động cơ truyền động chính của sơ đồ là động cơ một chiều ĐC (0,76 kW, 250÷2500 vg/ph) quay chi tiết mài. Động cơ ĐC được cấp điện từ một khuếch đại từ nối theo sơ đồ cầu 3 pha. 6 cuộn dây làm việc cùng với 6 điôt nối thành cầu 3 pha: thay đổi được điện áp một chiều (cuộn dây làm nhiệm vụ thay đổi điện áp, còn điôt biến dòng điện xoay chiều thành một chiều -> tương đương với Thyristor.

Có 3 cuộn dây điều khiển:

+ **CK1**: Là cuộn chủ đạo, nhận tín hiệu chủ đạo và phản hồi âm áp.

Tín hiệu chủ đạo lấy từ nguồn ngoài qua chỉnh lưu 3CL: 3CL cấp nguồn, cho dòng điện đi theo đường 3CL-r-1BT-CK1-ĐC-KC-3CL.

Tín hiệu phản hồi âm áp: Cuộn CK1 + một phần của biến trở 1BT, nối song song với động cơ ĐC. Khi làm việc, trên cuộn CK1 sẽ có dòng chạy ngược với dòng do tín hiệu chủ đạo và tỉ lệ với điện áp.

+ **CK2**: Là cuộn phản hồi dương dòng, lấy điện áp từ thứ cấp máy biến dòng BD, qua chỉnh lưu 2CL đặt lên biến trở 2BT và cuộn CK2. Vì dòng điện sơ cấp của máy biến dòng tỉ lệ với dòng điện phần ứng động cơ ($I_1 = 0,815I_w$) nên dòng điện trong cuộn CK2 cũng tỉ lệ với dòng điện phần ứng. Chiều của dòng qua CK2 chọn cùng chiều (cùng chiều sức từ động) với điện áp U_{CD} .

+ **CK3**: Là cuộn chuyển dịch, để chọn được điểm làm việc ban đầu.

Tốc độ động cơ được điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp chủ đạo U_{CD} (nhờ biến trở 1BT). Để làm cứng đặc tính cơ khi điều chỉnh ở vùng tốc độ thấp (nâng cao tín ổn định tốc độ), khi giảm điện áp U_{CD} cần phải tăng hệ số phản hồi dương dòng điện (?). Vì vậy, người ta đặt sẵn khâu liên hệ cơ khí giữa các con trượt của 2BT và 1BT.

Các phần tử khác:

+ Cuộn CKĐ: Cuộn kích từ động cơ.

+ RKK: Role bảo vệ thiếu từ thông.

+ Điện trở r_h + tiếp điểm H (mắc song song với động cơ ĐC): Mạch hãm động năng kích từ độc lập.

* Nguyên lý làm việc của sơ đồ mạch khống chế:

Sơ đồ cho phép điều khiển máy làm việc ở chế độ thử máy và chế độ thử máy và chế độ làm việc tự động. Ở chế độ thử máy các công tắc 1CT, 2CT, 3CT được đóng sang vị trí 1. Mở máy động cơ ĐT (bơm dầu thủy lực) nhờ ấn nút MT(2), sau đó có thể khởi động đồng thời ĐM và ĐB bằng nút ấn MN. Động cơ ĐC được khởi động bằng nút ấn MC.

Ở chế độ tự động, quá trình hoạt động của máy gồm 3 giai đoạn theo thứ tự như sau:

1) Đưa nhanh ụ đá vào chi tiết gia công nhờ truyền động thủy lực, đóng các động cơ ĐC và ĐB.

2) Mài thô, rồi tự động chuyển sang chế độ mài tinh nhờ tác động của công tắc tơ.

3) Tự động đưa nhanh ụ đá ra khỏi chi tiết và cắt điện các động cơ ĐC, ĐB.

Trước hết, đóng các công tắc 1CT, 2CT, 3CT sang vị trí 2. Kéo tay gạt điều khiển (được bố trí trên máy) về vị trí di chuyển nhanh ụ đá vào chi tiết (nhờ hệ thống thủy lực). Khi ụ đá đi đến vị trí cần thiết, công tắc hành trình 1KT tác động, đóng mạch cho cuộn dây công tắc tơ KC và KB, các động cơ ĐC và ĐB được khởi động. Đồng thời truyền động thủy lực của máy được khởi động. Quá trình gia công bắt đầu. Khi kết thúc giai đoạn mài thô, công tắc hành trình 2KT tác động, đóng mạch cuộn dây role 1RTr. Tiếp điểm của nó đóng điện cho cuộn dây nam châm 1NC, để chuyển đổi van thủy lực, làm

giảm tốc độ ăn dao của ụ đá. Như vậy giai đoạn mài tinh bắt đầu. Khi kích thước chi tiết đạt yêu cầu, công tắc hành trình 3KT tác động, đóng mạch cuộn dây rơle 2RTr. Tiếp điểm rơle này đóng điện cho cuộn dây nam châm 2NC để chuyển đổi van thủy lực, đưa nhanh ụ đá về vị trí ban đầu. Sau đó, công tắc cơ khí 1KT phục hồi cắt điện công tắc tơ KC và KB; động cơ ĐC được cắt điện (do tiếp điểm KC mở ra) và được hãm động năng nhờ rơle H. RKT là rơle kiểm tra tốc độ được nối trực tiếp động cơ ĐC, khi tốc độ động cơ ĐC còn đủ lớn thì tiếp điểm \overline{RKT} (13), làm cuộn dây \overline{H} (13), động cơ được hãm động năng. Khi tốc độ của động cơ ĐC đủ thấp, tiếp điểm tốc độ \underline{RKT} (13), cắt điện cuộn dây công tắc tơ H. Tiếp điểm của H cắt điện trở hãm ra khỏi phần ứng động cơ.

7-5. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ Lò HỒ QUANG (4 tiết)

7.5.1 Khái niệm chung và phân loại

Lò hồ quang là lò lợi dụng nhiệt của ngọn lửa hồ quang (HQ) giữa các điện cực hoặc giữa điện cực và kim loại để nấu chảy kim loại. Lò điện HQ dùng để nấu thép hợp kim chất lượng cao.

Phân loại theo dòng điện sử dụng:

+ Lò một chiều.

+ Lò xoay chiều.

Theo cách cháy của ngọn lửa HQ, chia thành:

+ Lò nung gián tiếp: Nhiệt của ngọn lửa HQ tạo ra giữa 2 điện cực (graphít, than) được dùng để nấu chảy kim loại.

+ Lò nung trực tiếp: Nhiệt của ngọn lửa HQ tạo ra giữa điện cực và kim loại dùng để nấu chảy kim loại.

Phân loại theo đặc điểm chất liệu vào lò (vật liệu rắn, kim loại vụn):

+ Lò chất liệu bên sườn bằng phương pháp thủ công hay máy móc.

+ Lò chất liệu trên đỉnh lò xuống nhờ gầu chất liệu.

7.5.2 Sơ đồ điện (thiết bị chính mạch lực) lò hồ quang

Điện cấp cho lò hồ quang lấy từ trạm biến áp lò. Điện áp vào là 6, 10, 35 hay 110kV tùy theo công suất lò.

Sơ đồ lò có các thiết bị chính sau:

+ *Cầu dao cách ly CL*: Dùng phân cách mạch động lực của lò với lưới khi cần thiết, chẳng hạn lúc sửa chữa.

+ *Máy cắt IMC*: Dùng đóng cắt mạch lực dưới tải và để bảo vệ lò HQ khỏi ngắn mạch sự cố.

+ *Cuộn kháng LK*: Được đóng vào mạch hoặc loại khỏi mạch nhờ vào máy cắt 2MC. Cuộn kháng LK dùng để hạn chế dòng điện khi ngắn mạch làm việc và ổn định sự cháy của HQ.

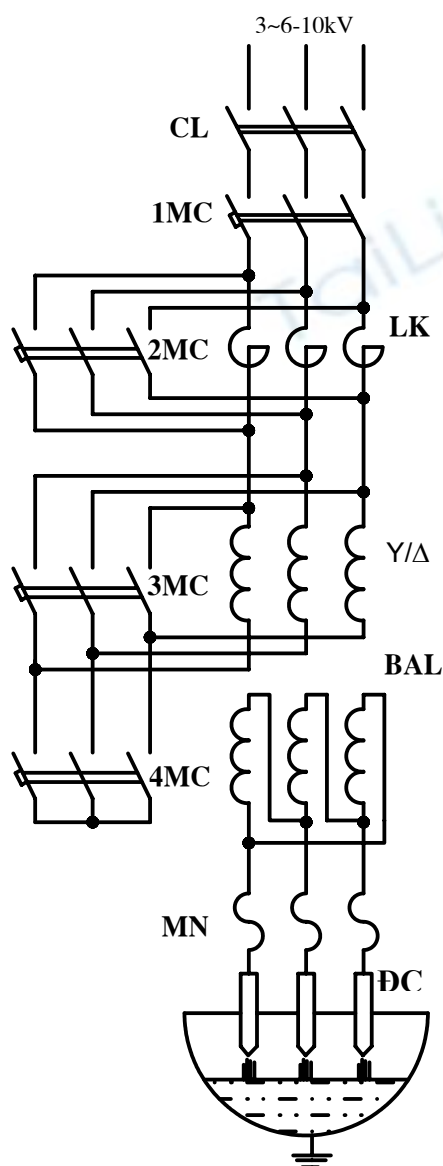
Lúc ngắn mạch làm việc, máy cắt 2MC mở ra để cuộn kháng LK tham gia vào mạch, hạn chế dòng ngắn mạch.

Khi liệu chảy hết, lò cần công suất nhiệt lớn để nấu luyện, máy cắt 2MC đóng lại để ngắn mạch cuộn kháng LK.

Ở giai đoạn hoàn nguyên (KL đã được nóng chảy hết), công suất lò yêu cầu ít hơn để tránh bốc hơi thì máy cắt 2MC mở ra để đưa cuộn kháng LK vào mạch, làm giảm công suất cấp cho lò.

+ *Máy biến áp lò BAL*: Sơ cấp của BAL được nối thành hình Y hay Δ nhờ vào các máy cắt 3MC, 4MC.

Máy biến áp BAL được đặt gần lò vì dòng điện thứ cấp của nó rất lớn, khoảng 10kA. Máy biến áp BAL phải làm việc trong môi trường nhiệt độ rất cao và thường xuyên ở chế độ ngắn mạch làm việc (mỗi hồ quang).



Thứ cấp của BAL là các thanh dẫn, cấp điện cho các điện cực ĐC.

Nối giữa thanh dẫn với điện cực là một "mạch ngắn" MN, là đoạn mạch dẫn được dòng điện lớn nhưng mềm để dễ cho điện cực di chuyển.

+ Điện cực ĐC: Là phần tạo ra hồ quang.

* *Máy biến áp lò BAL*:

Máy biến áp BAL dùng cho lò HQ phải làm việc trong các điều kiện đặc biệt nặng nề nên có các đặc điểm sau:

- Công suất thường rất lớn (có thể tới hàng chục MW) và dòng điện thứ cấp rất lớn (có thể tới hàng trăm kA).

- Điện áp ngắn mạch lớn để hạn chế dòng ngắn mạch dưới $(2,5 \div 4)I_{dm}$.

- Có độ bền cơ học cao để chịu được các lực điện từ phát sinh trong các cuộn dây, thanh dẫn khi có ngắn mạch.

- Có khả năng điều chỉnh điện áp sơ cấp dưới tải trong một giới hạn rộng.

- Phải làm mát tốt vì dòng lớn, hay có ngắn mạch và vì biến áp đặt ở nơi kín lại gần lò.

7.5.3 Nguyên lý làm việc của lò hồ quang

Khi đóng điện vào mạch chính, HQ chưa phát sinh. Thiết bị tự động sẽ từ từ hạ điện cực xuống để đầu điện cực chạm vào kim loại trong lò làm phát sinh HQ.

Sau khi HQ phát sinh thì các điện cực phải được nâng nhanh lên để giải phóng ngắn mạch nhưng phải giữ khoảng cách nào đó với KL trong lò để HQ không tắt.

Trong quá trình cháy của HQ thì làm cho điện cực ngắn dần, dòng HQ giảm, do đó yêu cầu hạ điện cực xuống để đảm bảo khoảng cách.

Phần điều khiển dịch cực lò phải thỏa mãn các điều kiện:

- Hạ chậm điện cực xuống.
- Kéo nhanh điện cực khi phát sinh HQ.
- Hạ dần điện cực trong quá trình cháy và giữ cho HQ tồn tại.

Chất lượng thép nấu luyện phụ thuộc vào công suất cấp và sự phân bố nhiệt hay nhiệt độ trong lò.

Điều chỉnh công suất lò HQ có thể thực hiện bằng cách thay đổi điện áp ra của BAL hoặc bằng sự dịch chuyển điện cực để thay đổi chiều dài ngọn lửa HQ và như vậy sẽ thay đổi được điện áp HQ, dòng điện HQ và công suất tác dụng của HQ.

Có 3 giải pháp điều khiển để điều chỉnh công suất lò:

1) Phương pháp giữ dòng điện HQ $I_{hq} = const$: Thực chất là giữ khoảng cách giữa điện cực và kim loại trong lò không đổi. Phương pháp này có nhược điểm là không môi hồ quang tự động được, cần phải hỗ trợ môi.

Ngoài ra, trong trường hợp có một pha không phát HQ (hồ quang bị đứt) thì sẽ làm giảm dòng: $I_{hq} = \frac{\sqrt{3}U_f}{2Z}$, do đó các bộ điều chỉnh 2 pha còn lại sẽ tiến hành hạ điện cực mặc dù không cần việc đó (tác động không chính xác).

Phương pháp này chỉ dùng cho lò hồ quang một pha và chủ yếu dùng cho lò HQ chân không.

2) Phương pháp duy trì điện áp HQ không đổi $U_{hq} = const$: Gặp khó khăn trong việc đo điện áp. Do người ta không đo trực tiếp điện áp HQ nên phải đo gián tiếp: cuộn dây đo được nối giữa thân kim loại của lò và thanh cái thứ cấp MBA. Do vậy điện áp đo phụ thuộc dòng tải và sự thay đổi dòng của một pha sẽ ảnh hưởng tới hai pha còn lại như ở phương pháp đầu tiên.

3) Phương pháp điều khiển duy trì $\frac{U_{hq}}{I_{hq}} = Z_{hq} = const$: Là phương pháp điều khiển tốt nhất.

Phương pháp này điều khiển thông qua hiệu số các tín hiệu dòng và áp:

$$a \cdot I_{hq} - b \cdot U_{hq} = b \cdot I_{hq}(Z_{ohq} - Z_{hq})$$

Trong đó:

+ a, b là hệ số phụ thuộc hệ số các biến áp đo lường (biến dòng, biến điện áp) và điện trở điều chỉnh trên mạch.

+ Z_{ohq}, Z_{hq} - Giá trị đặt và giá trị thực của tổng trở HQ.

Phương pháp này dễ môi HQ, duy trì được công suất, ít chịu ảnh hưởng của dao động điện áp nguồn cũng như ảnh hưởng lẫn nhau giữa các pha.

7.5.4 Sơ đồ 1 pha tự động không chế dịch cực lò HQ

Động cơ Đ làm dịch chuyển điện cực lò hồ quang, được cấp điện từ MĐKĐ. MĐKĐ gồm 3 cuộn kích từ:

+ CFA: Cuộn phản hồi âm áp.

+ CĐC2: Cuộn làm việc theo chế độ bằng tay, được cấp điện từ nguồn ngoài qua một bộ tay gạt:

(1-2) + (3-4): Nâng điện cực (N).

(9-10) + (11-12): Hạ điện cực (H).

+ CĐC1: Cuộn làm việc ở chế độ tự động, được đóng bằng các tay gạt (5-6) + (7-8).

Dòng điện qua cuộn CĐC1 $I_{CĐC1}$ phụ thuộc vào $U_{5R} - U_{4R}$. Trong đó: U_{5R} tỉ lệ với dòng điện hồ quang, lấy từ bộ chỉnh lưu 1CL, điện áp của bộ chỉnh lưu 1CL lại lấy từ thứ cấp của bộ biến dòng BD.

U_{4R} lấy từ bộ chỉnh lưu 2CL. Điện áp đặt lên 2CL tỉ lệ với điện áp của hồ quang.

Chế độ tự động:

Khi mạch chính có điện, do hồ quang chưa phát sinh nên lúc này $U_{hq} = \max$ còn $I_{hq} = 0$. $\Rightarrow U_{5R} = 0$ còn $U_{4R} = \max$.

-> Trên cuộn CĐC1 có dòng chảy qua, tạo sức từ động F_1 .

Sức từ động tổng: $F_t = F_1 - F_A$.

Do $I_{hq} = 0$ nên lúc này role dòng điện RD chưa tác động -> 3R được nối tiếp với cuộn CĐC1 -> Làm cho F_1 bị giảm xuống. Đồng thời lúc này cực tính (+) của động cơ Đ đang ở cực phía trên -> điôt 3CL trên mạch lực thông -> 7R bị nối tắt -> dòng qua cuộn CFA tăng -> F_A tăng lên. \Rightarrow Kết quả là làm cho sức từ động tổng F_t giảm xuống -> điện áp ra của MĐKĐ giảm -> động cơ Đ quay chậm -> điện cực được hạ xuống chậm.

Khi điện cực chạm vào kim làm phát sinh hồ quang, lúc này $I_{hq} = \max$ còn $U_{hq} \approx 0$. Kết quả là $U_{5R} = \max$, $U_{4R} \approx 0$, do đó dòng điện trong cuộn CĐC1 đảo chiều (dẫn đến sức từ động đảo chiều) và lúc này role dòng điện RD tác động, tiếp điểm RD đóng lại làm 3R bị nối tắt, làm cho dòng điện qua cuộn CĐC1 tăng lên dẫn đến F_1 tăng lên. Đồng thời lúc này cực tính (+) của động cơ Đ ở phía dưới nên điôt 3CL bị khóa, điện trở 7R được đưa vào nối tiếp với cuộn CFA, làm giảm F_A , kết quả làm sức từ động tổng F_t tăng lên. MĐKĐ phát điện áp cấp cho động cơ Đ kéo điện cực lên nhanh.

Đồng thời lúc này điôt 4CL thông, role áp RA tác động, tiếp điểm thường kín của nó mở ra làm cuộn dây role thời gian RTh mất điện, tiếp điểm thường mở chậm RTh đưa điện trở 9R nối tiếp cuộn CKĐ làm giảm dòng điện qua cuộn CKĐ. Từ thông động cơ Đ giảm làm tốc độ động cơ Đ tăng lên, điện cực được kéo nhanh lên.

Quá trình đi lên của điện cực làm I_{hq} giảm, U_{hq} tăng. Đến lúc U_{4R} và U_{5R} xấp xỉ bằng nhau thì dòng điện qua cuộn CDC1 $I_{CDC1} \approx 0$, do đó động cơ sẽ dừng quay, điện cực có một khoảng cách nào đó đối với kim loại và đảm bảo hồ quang được duy trì.

Trong quá trình cháy của điện cực, điện cực sẽ ngắn dần làm khoảng cách giữa điện cực và kim loại tăng dần, dẫn đến I_{hq} giảm, U_{hq} tăng, thế cân bằng bị phá vỡ. Lúc này dòng trong cuộn CDC1 khác không ($I_{CDC1} \neq 0$), động cơ được khởi động lại, chạy hạ điện cực xuống, lập lại thế cân bằng mới.

* **Tác dụng mở chậm của role RTh:** Chờ cho điện áp động cơ đạt định mức rồi mới giảm từ thông ϕ_D của động cơ.

7-6. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ THANG MÁY (4 tiết)

7.6.1 Đặc điểm công nghệ

Thang máy (máy nâng) là thiết bị vận tải dùng để chở hàng và người theo phương thẳng đứng.

Những loại thang máy hiện đại có kết cấu cơ khí phức tạp, hệ truyền động, hệ thống khống chế phức tạp - nhằm nâng cao năng suất, vận hành tin cậy, an toàn. Tất cả các thiết bị điện được lắp đặt trong buồng thang và buồng máy. Buồng máy thường bố trí ở tầng trên cùng của giếng thang máy.

Một trong những yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động thang máy là phải đảm bảo cho buồng thang chuyển động êm. Buồng thang chuyển động êm hay không, phụ thuộc vào gia tốc khi mở máy và hãm máy. Các tham số chính đặc trưng cho chế độ làm việc của thang máy là: tốc độ di chuyển $v(m/s)$, gia tốc $a(m/s^2)$ và độ giật $\rho(m/s^3)$.

Tốc độ di chuyển của buồng thang quyết định năng suất của thang máy, có ý nghĩa quan trọng, nhất là đối với các nhà cao tầng.

Trong truyền động của thang máy người ta sử dụng một đối trọng nối với buồng thang bằng các sợi cáp, mục đích để động cơ luôn làm việc ở chế độ động cơ và giảm lực căng của cáp, tăng độ an toàn.

Buồng thang có trang bị bộ phanh bảo hiểm, mục đích để giữ buồng thang tại chỗ khi đứt cáp, mất điện và khi tốc độ di chuyển vượt quá $(20 \div 40)\%$ tốc độ định mức. Ngoài ra một số thang máy còn trang bị bộ phận phanh hãm làm việc theo nguyên tắc: khi động cơ Đ kéo buồng thang chưa có điện thì phanh hãm kẹp chặt trục động cơ. Khi động cơ Đ có điện thì phanh hãm giải phóng trục động cơ để cho buồng thang di chuyển.

Bố trí các nút ấn trên thang máy: Ở mỗi cửa tầng có nút ấn gọi tầng, bên trong buồng thang có các nút ấn đến tầng.

7.6.2 Vấn đề dừng chính xác thang máy

Buồng thang của thang máy cần phải dừng chính xác so với mặt bằng của tầng cần dừng sau khi ấn nút dừng. Nếu buồng thang dừng không chính xác sẽ gây ra các hậu quả sau:

- Đối với thang máy chở khách sẽ làm cho hành khách ra, vào khó khăn, tăng thời gian ra, vào của hành khách, dẫn đến giảm năng suất.

- Đối với thang máy chở hàng, gây khó khăn trong việc xếp và bốc dỡ hàng. Trong một số trường hợp có thể không thực hiện được việc xếp và bốc dỡ hàng.

*** Quá trình hãm buồng thang xảy ra như sau:**

Khi buồng thang đi đến gần sàn tầng, công tắc chuyển đổi tầng cấp lệnh lên hệ thống điều khiển động cơ để dừng buồng thang.

Trong khoảng thời gian Δt (là thời gian tác động của thiết bị điều khiển), buồng thang đi được quãng đường là:

$$S' = V_o \cdot \Delta t, [m]$$

Trong đó V_o là tốc độ của buồng thang lúc bắt đầu hãm.

Khi cơ cấu phanh tác động là quá trình hãm buồng thang. Trong thời gian này, buồng thang đi được một quãng đường S'' .

$$S'' = \frac{mV_o^2}{2(F_{ph} \pm F_C)}, [m]$$

Trong đó:

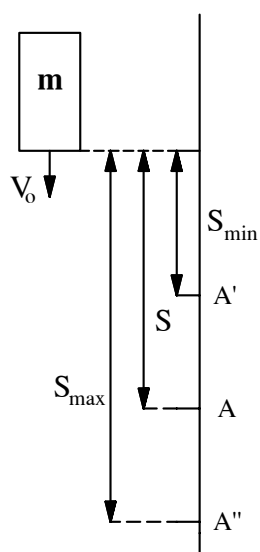
m - Khối lượng các thành phần chuyển động của buồng thang, [kg].

F_{ph} - Lực phanh, [N]

F_C - Lực cản tĩnh. Dấu (+) hoặc (-) trong biểu thức phụ thuộc vào chiều tác dụng của lực F_C : khi buồng thang đi lên (+) và khi buồng thang đi xuống (-).

Quãng đường buồng thang đi được từ khi công tắc chuyển đổi tầng cho lệnh dừng đến khi buồng thang dừng tại sàn tầng là:

$$S = S' + S'' = V_o \cdot \Delta t + \frac{mV_o^2}{2(F_{ph} \pm F_C)}$$



Để dừng chính xác buồng thang, cần tính đến một nửa hiệu số của hai quãng đường trượt khi phanh buồng thang đầy tải (S_{max}) và phanh buồng thang không tải (S_{min}) theo cùng một hướng di chuyển. Như vậy, công tắc chuyển đổi tầng đặt cách sàn tầng một khoảng cách nào đó làm sao cho buồng thang nằm ở giữa hiệu hai quãng đường S_{max} và S_{min} .

Sai số lớn nhất (độ dừng không chính xác lớn nhất) là:

$$\Delta S = \frac{S_{max} - S_{min}}{2}$$

Ta thấy sai số này phụ thuộc chủ yếu vào các tham số: tốc độ thang máy trước khi dừng, thời gian trễ của các tín hiệu điều khiển, khối lượng buồng thang, lực cản khi hãm.

7.6.3 Hệ thống tự động không chế thang máy tốc độ trung bình

Hệ thống truyền động điện dùng cho thang máy tốc độ trung bình thường là hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ 2 cấp tốc độ. Hệ này đảm bảo dừng chính xác cao, thực hiện bằng cách chuyển tốc độ của động cơ xuống thấp (V_0) trước khi buồng thang sắp đến sàn tầng.

Cầu dao CD và aptomat Ap: Đóng nguồn cung cấp cho hệ truyền động.

Đ: Động cơ quay buồng thang. Khi các tiếp điểm của các công tắc tơ:

$\overline{N} + \overline{C}$: Buồng thang sẽ được nâng lên với tốc độ cao.

$\overline{N} + \overline{T}$: Buồng thang được nâng lên với tốc độ thấp.

$\overline{H} + \overline{C}$: Buồng thang được hạ với tốc độ cao.

$\overline{H} + \overline{T}$: Buồng thang được hạ với tốc độ thấp.

NCH: Nam châm của phanh hãm điện từ. Khi công tắc tơ \overline{N} hoặc \overline{H} có điện sẽ làm cho \overline{NCH} , phanh hãm giải phóng trục cho động cơ Đ kéo buồng thang di chuyển.

Các đèn Đ1 ÷ Đ5 là 5 đèn ở các cửa tầng. Đ6 là đèn chiếu sáng ở trong buồng thang.

1CT ÷ 5CT là các công tắc ở các cửa tầng.

Các công tắc chuyển đổi tầng 1CĐT ÷ 5CĐT có 3 vị trí, đây là các cảm biến dừng buồng thang và xác định vị trí thực của buồng thang so với các tầng. Khi buồng thang ở dưới một tầng nào thì công tắc CĐT tương ứng mà buồng thang đã đi qua được gạt về bên trái. Khi buồng thang ở trên tầng nào thì các công tắc CĐT tương ứng mà buồng thang đã đi qua được gạt về bên phải.

Điều khiển hoạt động của thang máy được thực hiện từ hai vị trí: Tại cửa tầng bằng nút ấn gọi tầng 1GT ÷ 5GT và trong buồng thang bằng các nút bấm đến tầng 1ĐT ÷ 5ĐT.

Để dừng buồng thang tại mỗi sàn tầng, trong sơ đồ dùng hãm cuối HC đặt trong buồng thang. HC có thể bị ấn hở ra do các chốt cơ khí đặt ở các sàn tầng hoặc khi cuộn dây $\overline{NC2}(17)$ sẽ hút tiếp điểm HC(14).

Hãm cuối 1HC(1) và 2HC(1) liên động với sàn buồng thang. Nếu trong buồng thang có người, tiếp điểm của chúng mở ra.

1HC nối song song với công tắc cửa buồng thang CBT, nên dù 1HC mở nhưng mạch vẫn được nối liền qua CBT.

Khi có người vào trong buồng thang thì $\underline{2HC}(1)$, làm cho cuộn dây rơle trung gian $\underline{RTr}(1)$, tiếp điểm thường kín của nó \overline{RTr} làm các đèn Đ1 ÷ Đ6 sáng lên báo hiệu buồng thang đang làm việc và chiếu sáng buồng thang. $\underline{2HC}(1)$ cũng sẽ làm các nút ấn gọi tầng 1GT ÷ 5GT mất tác dụng.

2PK ÷ 5PK: Các chốt then cài cửa tầng.

1PK: Được đóng bởi nam châm (cuộn dây) 1NC(16).

FBH: Công tắc hành trình liên động với phanh hãm điện từ.

*** Điều kiện làm việc:**

Thang máy chỉ được phép làm việc khi đã có đủ các điều kiện liên động:

- + 1D kín, 2D kín, 3D kín, CT kín, FBH kín.
- + 1CT ÷ 5CT kín (các cửa tầng đã đóng).
- + Cửa buồng thang đóng: CBT kín.

*** Nguyên lý hoạt động**

a) Buồng thang đang ở tầng số 1, hiện có một khách ở tầng 1 muốn lên tầng 5:

Khách vào buồng thang, các điều kiện làm việc đã đủ: tiếp điểm $\overline{2HC}$ (1) làm cuộn dây \overline{RTr} (1) -> tiếp điểm thường kín \overline{RTr} -> các đèn Đ1+Đ6 sáng lên, các nút gọi tầng mất tác dụng.

Khách ấn vào nút đến tầng 5ĐT trong buồng thang -> có xung 5ĐT(2) -> cuộn dây $\overline{RT5}$ (2) -> tiếp điểm $\overline{RT5}$ (3) -> cuộn dây \overline{C} (12) -> tiếp điểm \overline{C} (15) -> cuộn dây $\overline{NC2}$ (17) hút tiếp điểm HC(14) (đặt ở trên buồng thang) hở ra để cho tiếp điểm HC(14) không bị gạt bởi các chốt cơ khí ở các sàn tầng 1,2,3,4.

Đồng thời tiếp điểm \overline{C} (15) sẽ làm cho cuộn dây $\overline{NC1}$ (16) -> hút tiếp điểm cơ khí $\overline{1PK}$ (12) -> cuộn dây \overline{N} (13) (do tiếp điểm $\overline{RT5}$ (20) + tiếp điểm 5CĐT đang nằm về bên trái).

Kết quả ta có các công tắc tơ $\overline{N} + \overline{C}$: Động cơ quay đưa buồng thang đi lên với tốc độ cao.

Khi khách thả nút ấn 5ĐT(2) ra, cuộn dây của công tắc tơ nâng N(13) được duy trì bởi tiếp điểm \overline{T} (13) + \overline{N} (13).

Buồng thang di chuyển nhanh qua các tầng 1,2,3,4 làm các công tắc chuyển đổi tầng 1CĐT, 2CĐT, 3CĐT, 4CĐT bị gạt về bên phải.

Khi buồng thang chạy đến gần sàn tầng số 5, nó sẽ gạt 5CĐT vào giữa, làm cho cuộn dây \overline{C} (12) và cuộn dây $\overline{RT5}$ (2) -> tiếp điểm \overline{C} (15) -> cuộn dây $\overline{NC2}$ (17) -> tiếp điểm cơ khí \overline{HC} (14): phục hồi tiếp điểm cơ khí HC để chuẩn bị cho HC gạt vào chốt cơ khí ở sàn tầng 5. Đồng thời lúc này tiếp điểm thường kín \overline{C} (18) -> cuộn dây công tắc tơ \overline{T} (18). Kết quả các công tắc tơ sau có điện: $\overline{N} + \overline{T}$, buồng thang được nâng lên với tốc độ thấp.

Mạch duy trì lúc này là \overline{HC} (14) + \overline{N} (13).

Khi động cơ chạy đến ngang sàn tầng 5, chốt cơ khí ở sàn tầng 5 gạt vào HC(14) làm \overline{HC} (14) làm mạch duy trì bị mất, cuộn dây \overline{N} (13) -> tiếp điểm \overline{N} (17) -> cuộn dây công tắc tơ \overline{T} (18). Cả 2 công tắc tơ N và T đều mất điện làm động cơ Đ mất điện và phanh hãm kẹp chặt trục động cơ Đ làm động cơ Đ dừng lại.

b) Buồng thang đang ở tầng số 5, hiện có một khách ở tầng 2 muốn dùng thang máy:

Khách bấm nút gọi tầng 2GT, lúc này nút gọi tầng chỉ có hiệu quả khi trong thang máy không có người, do đó tiếp điểm $\overline{2HC}$ (1).

Khi ấn 2GT(9) thì cuộn dây $\overline{RT2}$ (8) -> tiếp điểm $\overline{RT2}$ (9) -> cuộn dây \overline{C} (12) -> tiếp điểm \overline{C} (15) -> cuộn dây $\overline{NC2}$ (17) hút tiếp điểm cơ khí HC(14) (đặt ở buồng thang) hở ra để nó không gạt vào các chốt cơ khí ở các sàn tầng 5,4,3.

Đồng thời tiếp điểm \overline{C} (15) cũng sẽ làm cuộn dây $\overline{NC1}$ (16) làm hút tiếp điểm $\overline{1PK}$ (12), do đó cuộn dây công tắc tơ \overline{H} (14). Kết quả $\overline{H} + \overline{C}$: Buồng thang được hạ với tốc độ cao.

Khi hành khách thả nút ấn 2GT thì mạch được duy trì bởi tiếp điểm \overline{H} (14) + \overline{T} (13).

Buồng thang hạ nhanh qua các tầng 5,4,3 làm gạt các công tắc chuyển đổi tầng 5CĐT, 4CĐT, 3 CĐT về bên trái.

Khi buồng thang gần đến sàn tầng số 2 từ phía trên làm gạt công tắc 2CĐT vào giữa, làm cho các cuộn dây \overline{C} (12) + $\overline{RT2}$ (8), do đó tiếp điểm \overline{C} (15) -> cuộn dây nam châm $\overline{NC2}$ (17) làm cho tiếp điểm HC(14) được phục hồi để chuẩn bị gạt vào chốt cơ khí ở tầng 2. Đồng thời tiếp điểm thường kín \overline{C} (18) làm cho cuộn dây \overline{T} (18). Kết quả là các công tắc tơ $\overline{H} + \overline{T}$: buồng thang được hạ với tốc độ thấp.

Mạch duy trì lúc này là các tiếp điểm \overline{HC} (14) + \overline{H} (14).

Khi buồng thang hạ đến sàn tầng số 2, chốt cơ khí ở sàn tầng 2 ấn vào HC(14) làm \overline{HC} (14), làm hở mạch duy trì, các công tắc tơ H và T mất điện làm động cơ Đ bị cắt điện, nam châm điện kẹp chặt trục động cơ làm buồng thang dừng lại.

Khách vào buồng thang, nếu chọn đến tầng nào thì quá trình diễn ra tương tự như trường hợp đi từ tầng 1 đến tầng 5 đã phân tích ở trên.

Tài liệu tham khảo

1. *Trang bị điện - điện tử công nghiệp*, Vũ Quang Hồi, NXB Giáo Dục - 2000.
2. *Điều khiển tự động truyền động điện*, Trịnh Đình Đề, Võ Trí An, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp - 1983.
3. *Giáo trình truyền động điện tự động*, ThS. Khương Công Minh, Tài liệu lưu hành nội bộ Bộ môn Tự động-Đo Lường, ĐHBK - Đại học Đà Nẵng.
4. *Truyền động điện*, Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Nguyễn Thị Hiền, NXB KH và KT - 2001.
5. *Trang bị điện- điện tử máy gia công kim loại*, Nguyễn Mạnh Tiến, Vũ Quang Hồi, NXB Giáo Dục.
6. *Trang bị điện- điện tử máy công nghiệp dùng chung*, Vũ Quang Hồi, Nguyễn Văn Chất, Nguyễn Thị Liên Anh, NXB Giáo Dục.
7. *Cơ sở truyền động điện tự động*, Tsilikin M. G. (sách dịch), NXB KH và KT - 1977.
8. *Điện tử công suất và điều khiển động cơ điện*, Cyril W. Lander (sách dịch), NXB Khoa học và Kỹ thuật - 1993.
9. *Điện tử công suất*, Nguyễn Bình, NXB Khoa học và Kỹ thuật - 2000