2005

ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 CHIỀU

Nguyễn Văn Biên

CHƯƠNG 1

CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU

1.1 Khái niệm chung

Điều khiển tốc độ là một yêu cầu cần thiết tất yếu của các máy sản xuất. Ta biết rằng hầu hết các máy sản xuất đòi hỏi có nhiều tốc độ, tùy theo từng công việc, điều kiện làm việc mà ta lựa chọn các tốc độ khác nhau để tối ưu hoá quá trình sản xuất. Muốn có được các tốc độ khác nhau trên máy ta có thể thay đổi cấu trúc cơ học của máy như tỉ số truyền hoặc thay đổi tốc độ của chính động cơ truyền động. Ở đây chúng tôi chỉ khảo sát theo phương pháp thay đổi tốc độ động cơ truyền động.

Tốc độ làm việc của động cơ do người điều khiển quy định được gọi là tốc độ đặt. Trong quá trình làm việc, tốc độ động cơ có thể bị thay đổi vì tốc độ của động cơ phụ thuộc rất nhiều vào các thông số nguồn, mạch và tải nên khi các thông số thay đổi thì tốc độ của động cơ sẽ bị thay đổi theo. Tình trạng đó gây ra sai số về tốc độ và có thể không cho phép. Để khắc phục người ta dùng những phương pháp ổn định tốc độ.

Độ ổn định tốc độ còn ảnh hưởng quan trọng đến giải điều chỉnh (phạm vi điều chỉnh tốc độ) và khả năng quá tải của động cơ. Độ ổn định càng cao thì giải điều chỉnh càng có khả năng mở rộng và mômen quá tải càng lớn.

Có rất nhiều phương pháp để điều chỉnh tốc độ động cơ như:

- Điều chỉnh tham số.
- Điều chỉnh điện áp nguồn.
- Điều chỉnh cấu trúc sơ đồ.

Ở đây chúng tôi chỉ đề cập đến các phương pháp điều khiển tốc độ động cơ một chiều.

1.2 Cấu tạo, nguyên lý làm việc, phân loại và phương trình cơ bản của động cơ một chiều

1.2.1 Cấu tạo

Cấu tạo của động cơ điện gồm stator, rotor và hệ thống chổi than - vành góp. Stator bao gồm vỏ máy, cực từ chính, cực từ phụ, dây quấn phần cảm (dây quấn kích thích) gồm các bối dây đặt trong rãnh của lõi sắt. Số lượng cực từ chính phụ thuộc tốc độ quay. Đối với động cơ công suất nhỏ người ta có thể kích từ bằng nam châm vĩnh cửu.

Rôtor (còn gọi là phần ứng) gồm các lá thép kỹ thuật điện ghép lại có rãnh để đặt các phần tử của dây quấn phần ứng. Điện áp một chiều được đưa vào phần ứng qua hệ thống chổi than - vành góp. Kết cấu của giá đỡ chổi than có khả năng điều chỉnh áp lực tiếp xúc và tự động duy trì áp lực tuỳ theo độ mòn của chổi than.

Chức năng của chổi than - vành góp là để đưa điện áp một chiều vào cuộn dây phần ứng và đổi chiều dòng điện trong cuộn dây phần ứng. Số lượng chổi than bằng số lượng cực từ (một nửa có cực tính dương và một nửa có cực tính âm).

1.2.2 Nguyên lý làm việc của động cơ điện một chiều

Khi đặt lên dây quấn kích từ một điện áp kích từ U_k nào đó thì trong dây quấn kích từ sẽ xuất hiện dòng kích từ i_k và do đó mạch từ của máy sẽ có từ thông Φ. Tiếp đó đặt một giá trị điện áp U lên mạch phần ứng thì trong dây quấn phần ứng sẽ có một dòng điện i chạy qua. Tương tác giữa dòng điện phần ứng và từ thông kích thích tạo thành mômen điện từ. Giá trị của mômen điện từ được tính như sau:

$$m = \frac{p.n}{2\Pi a}\Phi I = k\Phi I$$

Trong đó các p: số đôi cực của động

n: số thanh dẫn phần ứng dưới một cực từ.

a: số mạch nhánh song song của dây quấn phần ứng.

k: hệ số kết cấu của máy.

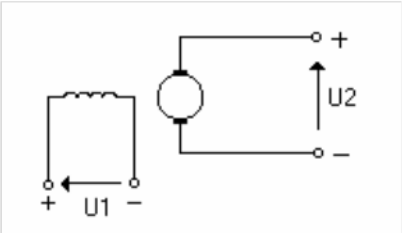
Và mômen điện từ này kéo cho phần ứng quay quanh trục.

1.2.3 Phân loại động cơ một chiều.

Căn cứ vào phương pháp kích từ người ta chia động cơ điện một chiều ra các loại như sau:

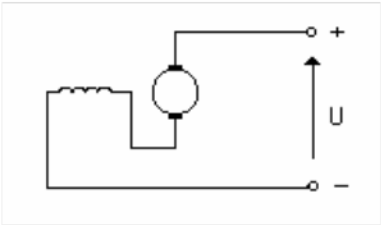
- Động cơ điện một chiều kích từ bằng nam châm vĩnh cửu.

- Động cơ điện một chiều kích từ độc lập nghĩa là phần ứng và phần kích từ được cung cấp bởi hai nguồn riêng rẽ.

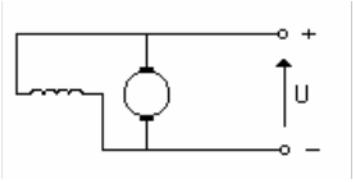


Hình 1.1

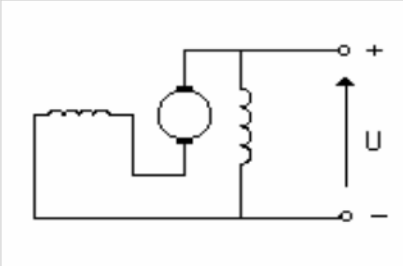
- Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp: cuộn dây kích thích được mắc nối tiếp với phần ứng.



- Động cơ điện một chiều kích từ song song: cuộn dây kích thích được mắc song song với phần ứng.



- Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp: gồm có hai cuộn dây kích thích, một cuộn mắc nối tiếp với phần ứng, cuộn còn lại mắc song song với phần ứng.



1.2.4 Các phương trình cơ bản của máy điện một chiều

Điện áp phần ứng:

Sức điện động phần ứng: E =

Mômen phần ứng:

Công suất điện từ.

Từ thông kích từ:

Trong đó các đại lượng:

$I_ư, I_t$: là dòng điện phần ứng và dòng điện kích từ.

U: điện áp của lưới điện một chiều.

E: Sức điện động cảm ứng trong cuộn dây rôtor khi nó quay trong từ trường do cuộn dây kích từ tạo ra.

$R_ư$: điện trở phần ứng của động cơ điện một chiều.

Φ[Wb] : từ thông kích thích của động cơ.

M [Nm] : mômen phần ứng của động cơ.

n(vòng/phút): tốc độ quay của động cơ.

K_1, K_2, K_3 : là các hằng số tỷ lệ.

1.3 Các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

Từ phương trình cơ bản ta thấy có rất nhiều phương pháp điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều.

Ở đây chúng tôi chỉ để cập đến các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bằng cách điều chỉnh điện áp đặt vào phần ứng của động cơ điện.

Về nguyên tắc, phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh điện áp nguồn cung cấp có thể sử dụng cho các động cơ một chiều và động cơ không đồng bộ. Tuy nhiên trong thực tế nó được sử dụng chủ yếu cho động cơ điện một chiều kích từ độc lập. Điều đó được rút ra từ phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{R_{ư} + R_{pư}}{(k\Phi)^2}.M$$

Trong đó:

$R_ư$ và $R_{pư}$: là điện trở phần ứng và điện trở phụ mắc nối tiếp trong phần ứng.

k : là hằ

M : là mô

Φ : là từ t

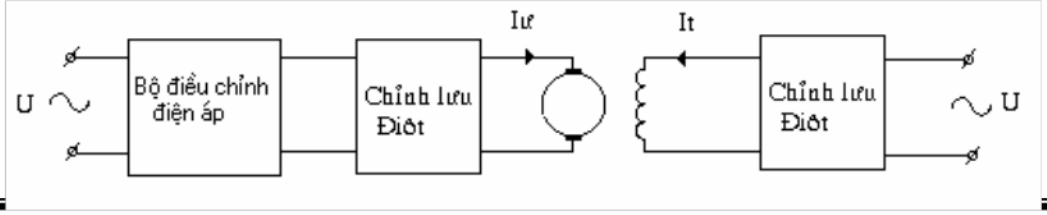
U : điện á

Từ phương trình trên ta thấy khi $R_ư$, $R_{pư}$, M, k, Φ không đổi, nếu ta thay đổi U thì tốc độ góc ω của động cơ sẽ thay đổi.

1.3.1 Điều chỉnh tốc độ động cơ sử dụng các bộ chỉnh lưu bán dẫn

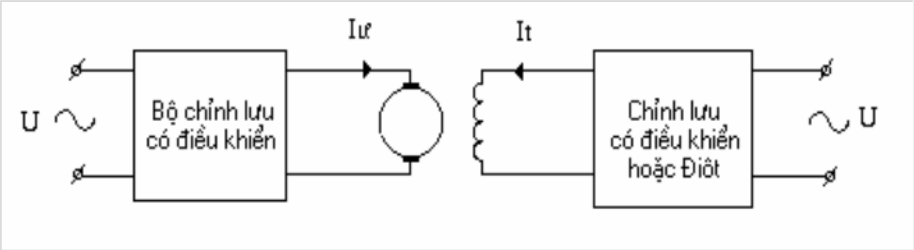
Để thực hiện phương pháp điều chỉnh này, cần phải có một nguồn cung cấp mà điện áp của nó có thể thay đổi được để cung cấp cho phần ứng của động cơ. Các nguồn điện áp này thường được tạo ra bởi một bộ chỉnh lưu bán dẫn có điều khiển (Thysistor) hoặc không có điều khiển (điôt).

Điều chỉnh điện áp phần ứng bằng bộ điều chỉnh điện áp và bộ chỉnh lưu điôt.



Hình 1.5

Điều chỉnh điện áp phần ứng bằng bộ chỉnh lưu có điều khiển.



Hình 1.6

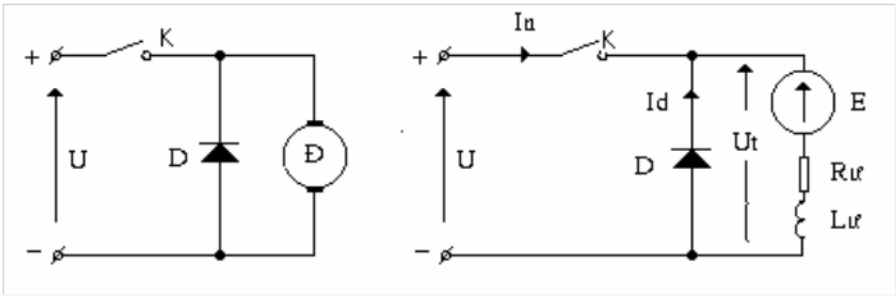
Sơ đồ 1.5 muốn thay đổi điện áp đặt lên phần ứng động cơ ta phải sử dụng bộ điều chỉnh điện áp.

Sơ đồ 1.6 điện áp đặt lên phần ứng động cơ phụ thuộc góc mở của Thysistor của bộ chỉnh lưu có điều khiển.

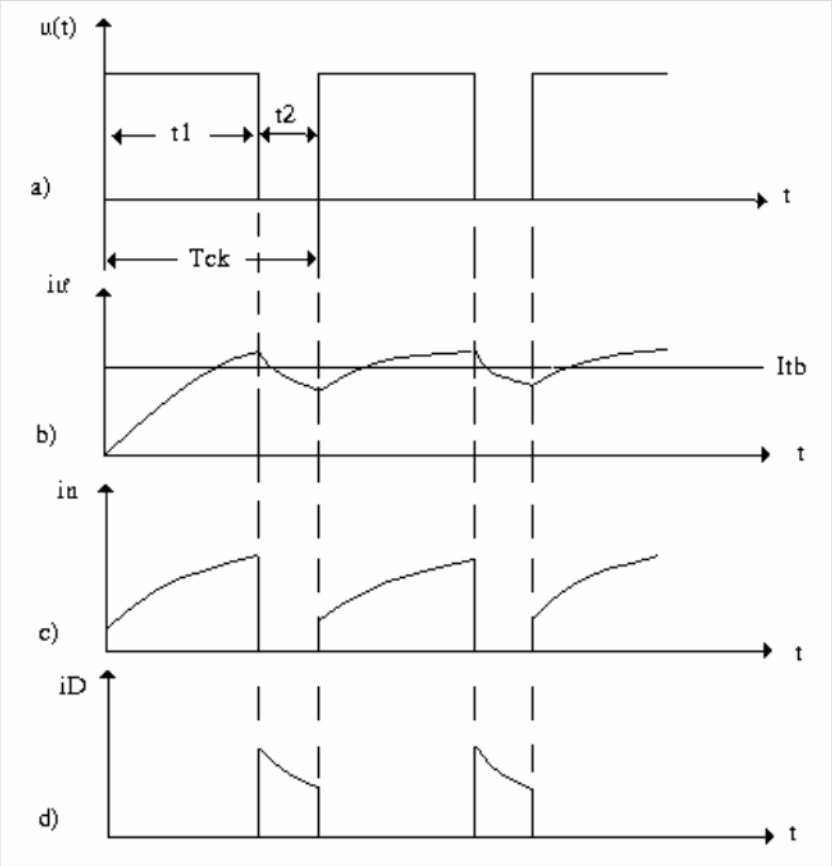
1.3.2 Điều chỉnh tốc độ động cơ khi sử dụng thiết bị điều chỉnh xung áp

Phương pháp điều chỉnh này là đóng ngắt động cơ vào nguồn cung cấp một cách có chu kỳ. Khi đóng động cơ vào nguồn cung cấp, năng lượng được đưa từ nguồn vào động cơ. Năng lượng này phần chủ yếu được truyền qua trục của động cơ, phần còn lại được tích ở dạng động năng và năng lượng điện từ. Khi ngắt động cơ ra khỏi nguồn thì hệ truyền động vẫn tiếp tục làm việc nhờ năng lượng tích luỹ đó.

Sơ đồ điều chỉnh xung áp của ĐCMC kích từ độc lập.



Hình 1.7: Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ tương đương của bộ điều chỉnh xung áp.



Hình 1.8: Biểu đồ thời gian điện áp và dòng điện.

Trong hệ thống này nhờ một khoá chuyển đổi K (có thể là chuyển mạch cơ khí hay chuyển mạch điện từ). Mà phần ứng động cơ được đóng, ngắt một cách có chu kỳ vào nguồn điện một chiều có điện áp không đổi. Trong khoảng thời gian t_1 khoá K đóng, động cơ được cấp nguồn, nếu bỏ qua sụt áp trên khoá K thì $U_t = U$.

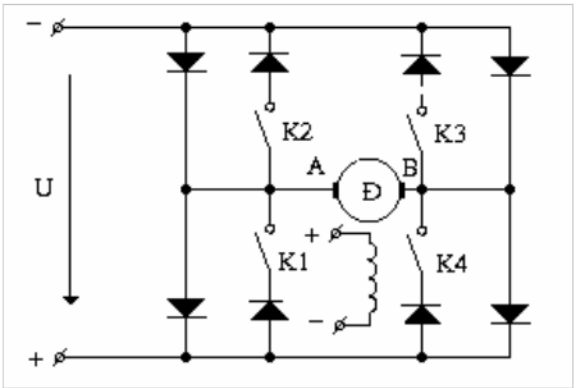
Trong khoảng thời gian t_2 khoá K ngắt. Do ảnh hưởng của các điện cảm phía một chiều (điện cảm phần ứng động cơ và điện cảm phần lọc nếu có) dòng điện i_u tiếp tục chảy qua điôt D. Điện áp U_t ở giai đoạn này bằng sụt áp thuận trên điôt nhưng ngược dấu $U_t = U_D$.

Từ đồ thị hình 1.8 ta thấy rằng trị số trung bình của dòng điện trong phần ứng i_{tb} quyết định tốc độ động cơ. Do đó, để thay đổi tốc độ động cơ chỉ cần thay đổi trị số của dòng điện trung bình trong phần ứng i_{tb}. Để thay đổi dòng điện trung bình i_{tb} có thể thay đổi t_1 hoặc thay đổi t_2 hoặc thay đổi cả t_1 và t_2. Nếu giữ nguyên chu kì đóng ngắt của khoá (T_{ck} = const) thay đổi t_1 thì ta có phương pháp điều chỉnh xung theo độ rộng. Nếu giữ nguyên thời gian đóng khoá (t_1= const) và thay đổi t_2 thì ta có phương pháp điều chỉnh tần số xung. Phương pháp biến đổi độ rộng xung được sử dụng phổ biến hơn vì nó cho phạm vi điều chỉnh rộng hơn. Phương pháp điều chỉnh tần số xung có sơ đồ đơn giản hơn nhưng phạm vi điều chỉnh hẹp vì nếu tăng t_2 quá lớn thì $T_{ck} \rightarrow \infty$ nghĩa là về thực chất ý nghĩa điều chỉnh xung không còn nữa.

1.3.3 Phương pháp điều chỉnh điện áp một chiều có đổi chiều quay

Khi điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều, người ta thực hiện đổi chiều quay của nó theo nhiều cách khác nhau. Nếu chiều của dòng điện kích từ cố định để đổi chiều quay của động cơ phải đổi cực tính của điện áp nguồn đặt vào phần ứng. Cũng có thể giữ nguyên điện áp cực tính phần ứng nhưng đổi chiều dòng kích từ.

Sơ đồ nguyên lý thực hiện đảo chiều động cơ điện một chiều kích từ độc lập theo phương pháp thay đổi cực tính điện áp đặt vào phần ứng động cơ.



Hình 1.9

Trong phương pháp điều khiển này các cặp van K1 và K3, K2 và K4 thay nhau đóng ngắt. Thực hiện đảo chiều bằng cách : trong thời gian t_1 cho K1 và K3 đóng(K2 và K4 ngắt) đầu A của phần ứng được nối với dương nguồn, đầu B được nối với âm nguồn. Trong khoảng thời gian t_2 cho K2 và K4 đóng (K1 và K3 ngắt) thì đầu B của phần ứng được nối với dương nguồn còn đầu A của phần ứng được nối với âm nguồn. Khi đó điện áp trung bình trên phần ứng động cơ là:

$$U_{tb} = \frac{U(t_1 - t_2)}{T_{ck}}$$

Đặt:

$$\frac{t_1}{T_{ck}} =$$

$$\Rightarrow U_{t}$$

Như vậy ta thấy bằng cách biến đổi γ (thực chất là biến đổi t_1 và t_2) ta thấy không những biến đổi được trị số của U_{tb} mà còn thay đổi được dấu của nó và như vậy ta chẳng những điều chỉnh được tốc độ động cơ mà còn thực hiện đảo chiều quay.

1.4 Một số phương pháp điều khiển tốc độ dùng Transistor và Thyristor

1.4.1 Phương án điều khiển dùng Transistor

Khi điều khiển tốc độ động cơ công suất nhỏ và điện áp phần ứng nhỏ người ta thường dùng sơ đồ điều khiển bằng Transistor vì việc điều khiển Transistor rất dễ dàng tiện lợi, mạch điều khiển đơn giản, độ tin cậy cao, đặc biệt khi sử dụng phương pháp điều khiển xung.