

Chương 3

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Điều chỉnh tốc độ là một trong những nội dung chính của truyền động điện tự động nhằm đáp ứng yêu cầu công nghệ của các máy sản xuất. Điều chỉnh tốc độ truyền động điện là dùng các phương pháp thuần túy điện, tác động lên bản thân hệ thống truyền động điện (nguồn và động cơ điện) để thay đổi tốc độ quay của trục động cơ điện.

Tốc độ làm việc của truyền động điện do công nghệ yêu cầu và được gọi là *tốc độ đặt*, hay *tốc độ mong muốn*. Trong quá trình làm việc, tốc độ của động cơ thường bị thay đổi do sự biến thiên của tải, của nguồn và do đó gây ra sai lệch tốc độ thực so với tốc độ đặt. Trong các hệ truyền động điện tự động thường dùng các phương pháp khác nhau để ổn định tốc độ động cơ. Để đánh giá chất lượng của một hệ thống truyền động điện thường căn cứ vào một số chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cơ bản, các chỉ tiêu này cũng được tính đến khi thiết kế hoặc chỉnh định các hệ thống truyền động điện.

3-1. SAI SỐ TỐC ĐỘ

Sai số tĩnh tốc độ là đại lượng đặc trưng cho độ chính xác duy trì tốc độ đặt và thường được tính theo phần trăm:

$$s \% = \frac{\omega_d - \omega}{\omega_d} \cdot 100\% = \Delta\omega \%, \quad (3-1)$$

trong đó: ω_d - tốc độ đặt,
 ω - tốc độ làm việc thực.

3-2. ĐỘ TRƠN CỦA ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Độ trơn của điều chỉnh tốc độ được định nghĩa:

$$\gamma = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i}, \quad (3-2)$$

trong đó ω_i là giá trị tốc độ ổn định đạt được ở cấp i ,

ω_{i+1} là giá trị tốc độ ổn định đạt được ở cấp kế tiếp ($i + 1$).

Từ chỉ tiêu độ trơn của điều chỉnh tốc độ ta có thể phân loại:

- Hệ điều chỉnh vô cấp nếu $\gamma = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i} \rightarrow 1$, tức là hệ truyền động có thể làm việc ổn định ở mọi giá trị trong suốt dải điều chỉnh.

Hệ điều chỉnh có cấp, khi nó chỉ có thể làm việc ổn định ở một số giá trị của tốc độ trong dải điều chỉnh.

3-3. DẢI ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Dải điều chỉnh hay phạm vi điều chỉnh là tỷ số giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của tốc độ làm việc ứng với mômen tải đã cho:

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} \quad (3-3)$$

Giá trị tốc độ cực đại ω_{\max} bị hạn chế bởi độ bền cơ học của động cơ và với động cơ một chiều nó còn bị hạn chế bởi khả năng chuyển mạch của vành góp. Tốc độ nhỏ nhất ω_{\min} bị chặn dưới bởi yêu cầu về mômen khởi động, về khả năng quá tải và về sai số tốc độ làm việc cho phép. Để minh họa, ta xét ví dụ trên H. 3-1.

Giả thiết các đặc tính cơ là tuyến tính, có độ cứng không đổi β_1 và β_2 , mômen tải không đổi M_c , sai số tốc độ tương ứng sẽ là:

$$s_1 \% = \frac{M_c}{\omega_{01} \cdot \beta_1} \cdot 100\%$$

$$s_2 \% = \frac{M_c}{\omega_{02} \beta_2} \cdot 100\%.$$

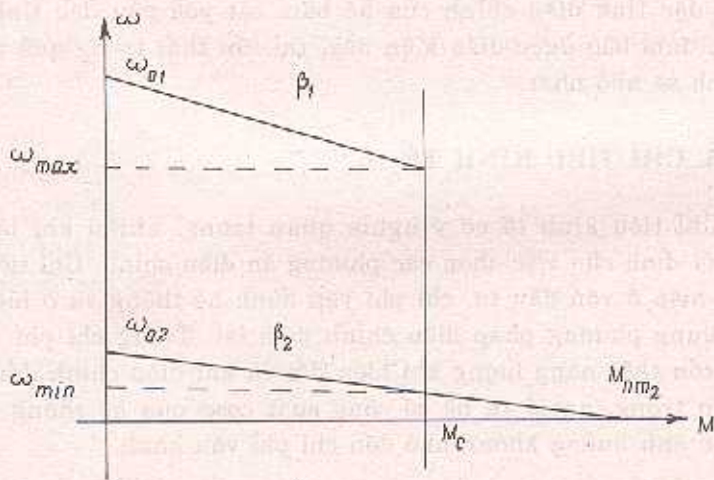
Nếu gọi bội số mômen khởi động là $K_{nm2} = M_{nm2}/M_c$ thì:

$$s_2 \% = \frac{1}{K_{nm2}} \cdot 100\%.$$

và theo định nghĩa ta có:

$$s_2 \% = \left(1 - \frac{\omega_{\min}}{\omega_{02}} \right) \cdot 100\%.$$

$$\omega_{\min} = (1 - s_2) \cdot \frac{M_c K_{nm2}}{\beta_2} \quad (3-4)$$



Hình 3-1. Ví dụ xác định vùng điều chỉnh.

Từ biểu thức (3-4) ta có thể thấy được sự liên quan giữa dải điều chỉnh, độ chính xác điều chỉnh và độ cứng của đặc tính cơ. Vì rằng dải điều chỉnh và độ chính xác đã được xác định bởi yêu cầu công nghệ, nên việc xác định giá trị tối thiểu của độ cứng đặc tính

cơ là một phần trong bài toán thiết kế hệ thống truyền động điện tự động.

3-4. SỰ PHÙ HỢP GIỮA ĐẶC TÍNH ĐIỀU CHỈNH VÀ ĐẶC TÍNH TẢI

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 sử dụng tốt động cơ khi điều chỉnh tốc độ cần lưu ý đến các chỉ tiêu như: dòng điện động cơ không vượt quá dòng điện định mức, đảm bảo khả năng quá tải về mômen (trong khoảng thời gian ngắn), đảm bảo yêu cầu về ổn định tĩnh khi có nhiễu v.v... trong toàn dải điều chỉnh.

Vì vậy khi thiết kế hệ truyền động có điều chỉnh tốc độ, người ta thường chọn hệ truyền động cũng như phương pháp điều chỉnh, sao cho đặc tính điều chỉnh của hệ bám sát yêu cầu đặc tính của tải. Nếu đảm bảo được điều kiện này, thì tổn thất trong quá trình điều chỉnh sẽ nhỏ nhất.

3-5. CHỈ TIÊU KINH TẾ

Chỉ tiêu kinh tế có ý nghĩa quan trọng, nhiều khi là chỉ tiêu quyết định cho việc chọn các phương án điều chỉnh. Chỉ tiêu kinh tế thể hiện ở vốn đầu tư, chi phí vận hành hệ thống và ở hiệu quả do áp dụng phương pháp điều chỉnh đem lại. Trong chi phí vận hành thì tổn thất năng lượng khi biến đổi và khi điều chỉnh đóng vai trò quan trọng, ngoài ra hệ số công suất $\cos\varphi$ của hệ thống cũng góp phần ảnh hưởng không nhỏ đến chi phí vận hành.

3-6. CÁC CHỈ TIÊU KHÁC

Ngoài các chỉ tiêu chung đã nêu ở trên, trong từng trường hợp cụ thể còn dùng các chỉ tiêu khác nữa để đánh giá hệ truyền động điện, ví dụ: độ trơn điều chỉnh, khả năng tự động hóa hệ thống v.v... Việc đánh giá chung hệ truyền động điện là bài toán tối ưu đa mục tiêu,

tùy từng trường hợp cụ thể có thể chọn ra các chỉ tiêu ưu tiên để quyết định chọn lựa các phương án điều chỉnh.

3-7. TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG KHI ĐIỀU CHỈNH

Để tính toán hoặc dự đoán tổn thất ở trạng thái làm việc ổn định bất kỳ, chỉ cần xác định được giá trị của các loại tổn thất trong hệ thống ở một chế độ làm việc xác định (thường chọn chế độ làm việc định mức), sau đó có thể xác định được tổn thất ở các chế độ khác theo phương pháp tính đối. Dưới đây mô tả nguyên tắc tính toán tổn thất của máy điện quay.

Tổn thất nhiệt trong dây quấn $\Delta P_j \sim I^2$

Tổn thất trong mạch từ - do từ trễ $\sim B^2 f$

- do dòng xoáy $\sim B^2 f^2$.

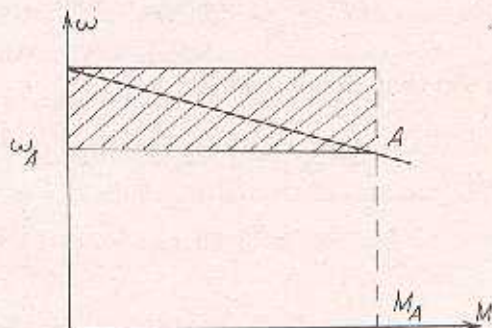
Có thể dùng công thức kinh nghiệm, gần đúng coi tổn thất trong mạch từ như sau:

$$\Delta P_{Fe} \sim B^2 f^{1.3}$$

Tổn thất cơ học do chuyển động và quạt gió tỷ lệ với ω^3 , tổn thất do ma sát tỷ lệ với ω . Nói chung tổn thất cơ học là hàm số của tốc độ quay.

$$\Delta P_{co} = f(\omega).$$

Ở mỗi phần của mạch lực lại có thể chia tổn thất thành hai loại: tổn thất không đổi ΔP_0 và tổn thất biến đổi phụ thuộc vào bình phương dòng điện ΔP_{cu} . Ví dụ tính tổn thất của động



Hình 3-2. Tính toán tổn thất của động cơ (khi làm việc tại điểm A)

cơ tại điểm làm việc A trên đặc tính cơ trên H. 3-2:

$$\Delta P_{jA} = M_A(\omega_0 - \omega_A).$$

Tổng tổn thất của động cơ khi làm việc tại điểm A là:

$$\Delta P_{\Sigma A} = \Delta P_0 + K.M_A(\omega_0 - \omega_A).$$

Đối với động cơ một chiều có thể chọn $K = 1$, đối với động cơ xoay chiều thì:

$$K = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

trong đó; R_1 - điện trở dây quấn stato

R_2 - điện trở dây quấn rôto đã quy đổi về stato.

Khi thay đổi tốc độ từ giá trị ω_1 đến giá trị ω_2 trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 thì có thể tính được tổn thất, năng lượng từ phương trình chuyển động của hệ thống.

$$\Delta W = \int_{t_1}^{t_2} M(\omega_0 - \omega) dt = \Delta W_j + \Delta W_{c\sigma, r} \quad (3-5)$$

trong đó tổn thất nhiệt không phụ thuộc vào dạng đặc tính cơ mà chỉ phụ thuộc vào giá trị tốc độ đầu và cuối.

$$\Delta W_j = \int_{\omega_1}^{\omega_2} J_{\Sigma}(\omega_0 - \omega) d\omega.$$

Còn tổn thất cơ học trên tải là:

$$\Delta W_{c\sigma, r} = \int_{t_1}^{t_2} M_c(\omega_0 - \omega) dt.$$