

BÙI ĐÌNH TIỂU — PHẠM DUY NHI

CƠ SỞ
TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN TỰ ĐỘNG

TẬP II

Thu Vien DHKTCN-TN



MTK06004324

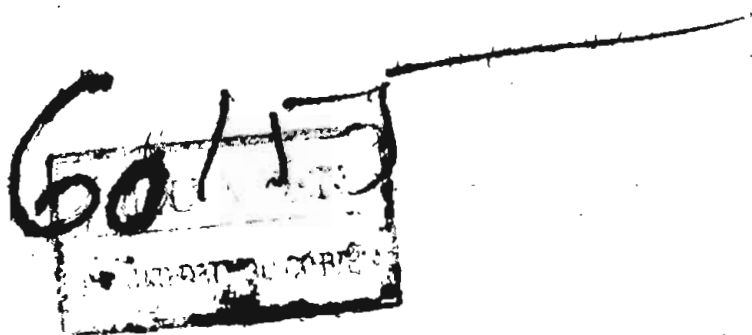
NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC VÀ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP

HÀ NỘI — 1983

BUI ĐÌNH TIÊU - PHẠM DUY NHI

CƠ SỞ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN TỰ ĐỘNG

TẬP II



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC VÀ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP

HÀ NỘI - 1983

LỜI GIỚI THIỆU

Ở nước ta hiện nay chuyên ngành « Điện khí hóa xi nghiệp » đã được mở tại nhiều trường đại học kỹ thuật và tuyển sinh với một số lượng đáng kể. Soạn thảo giáo trình « Cơ sở truyền động điện tự động » — một trong những giáo trình chính của ngành — đang là một đòi hỏi cấp bách.

Vì vậy, tiếp theo tập I, chúng tôi gấp rút biên soạn tập II của giáo trình này mong đáp ứng phần nào yêu cầu trên.

Đề cương của tập sách này hoàn toàn thống nhất với tập I và đã được giới thiệu tổng quát trong bài mở đầu. Tuy nhiên, đề tiện theo dõi, chúng tôi đánh số các chương mục một cách độc lập không liên quan đến tập đầu và sắp xếp lại một vài vấn đề.

Nội dung tập sách gồm hai phần: phần I — Quá trình quá độ trong truyền động điện, do đồng chí Bùi Đình Tiểu biên soạn; phần II — chọn máy điện cho truyền động điện, do đồng chí Phạm Duy Nhi biên soạn.

Trong quá trình chuẩn bị đề cương và hoàn thành bản thảo, chúng tôi nhận được nhiều ý kiến giúp đỡ rất hiệu quả của các đồng chí trong tiểu ban bồi dưỡng và kiểm tra kiến thức nghiên cứu sinh ngành truyền động điện của bộ Đại học và trung học chuyên nghiệp và các đồng chí cán bộ giảng dạy bộ môn Điện khí hóa xi nghiệp trường Đại Học Bách khoa Hà nội. Xin chân thành cảm ơn về sự giúp đỡ quý báu đó.

Do trình độ và thời gian có hạn, cuốn sách chắc chắn còn nhiều sai sót. Rất mong sự góp ý xây dựng của người đọc.

Các tác giả

PHẦN I

QUÁ TRÌNH QUÁ ĐỘ TRONG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Chương 1

ĐỘNG HỌC CỦA TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

§ 1-1. Ý NGHĨA CỦA QUÁ TRÌNH QUÁ ĐỘ VÀ MỤC ĐÍCH KHẢO SÁT

Quá trình quá độ là một trạng thái làm việc của hệ truyền động điện khi tính cân-bằng cơ học hoặc điện từ trong nó bị phá vỡ.

Từ phương trình chuyển động

$$M \ddot{\omega} - M_c = \frac{d}{dt} (J\omega)$$

ta thấy nếu vì một lý do nào đó mà mômen cản và mômen động cơ khác nhau, hoặc mômen quán tính của hệ thay đổi, thì hệ sẽ chuyển động có gia tốc. Khi đó tốc độ của truyền động cũng như mômen và dòng điện của động cơ đều biến đổi theo thời gian. Người ta còn gọi quá trình này là phi tĩnh, quá trình không xác lập hoặc quá trình động.

Có nhiều nguyên nhân gây mất cân bằng trong hệ truyền động điện. Ta có thể nêu lên một số đề làm ví dụ:

— thay đổi tín hiệu điều khiển như đóng mạch đề khởi động, cắt mạch đề dừng máy, thay mức điện áp đề điều tốc;

— dao động ngẫu nhiên của thông số nguồn như điện áp hoặc tần số;

— biến đổi phụ tải như ăn tải, nhả tải, dao động ngẫu nhiên của lực cản trong quá trình làm việc;

— biến đổi các thông số của hệ thống như mômen quán tính, điện trở và điện cảm, v.v...

Những nguyên nhân trên xuất hiện có thể do tác động chủ động của người điều khiển, do những dao động ngẫu nhiên trong nội bộ hệ thống hoặc do những nhiễu loạn từ bên ngoài đưa đến, kể cả các sự cố phát sinh trong hệ và trong nguồn điện.

Những nhiễu loạn từ phía phụ tải, được gọi là nhiễu cơ học, làm biến đổi mômen cản M_c hoặc mômen quán tính J , còn những nhiễu ở phía nguồn hoặc trong mạch điện của động cơ (nhiễu loạn điện từ) thì làm thay đổi mômen của động cơ M , và đều dẫn đến tình trạng mất cân bằng trong hệ thống điện cơ.

Tuy nhiên, nếu hệ thống hoàn toàn không chứa một phần tử nào có quán tính cơ học, quán tính điện từ và quán tính nhiệt thì sự mất cân bằng nêu trên chỉ làm thay đổi chuyển động một cách đột biến, nghĩa là hệ sẽ chuyển từ trạng thái xác lập này sang trạng thái xác lập khác một cách tức thời, và không xảy ra quá trình quá độ. Điều đó không có trong thực tế. Các phần tử quán tính (cơ học và điện từ) trong hệ truyền động điện có tác dụng như những kho dự trữ năng lượng. Việc tích năng lượng vào hoặc phóng năng lượng từ đó ra ngoài đều xảy ra từ từ. Vì vậy việc chuyển giao năng lượng từ nguồn đến tải của truyền động điện không thể xảy ra tức thời ngay cả khi có tác động nhiễu loạn đột biến. Chính đó là nguyên nhân trực tiếp gây ra quá trình quá độ.

Quá trình quá độ là một chế độ làm việc quan trọng của truyền động điện. Những điều kiện làm việc nặng nề và những hiện tượng vật lý đặc biệt thường phát sinh trong thời gian này như sự tăng vọt của dòng điện và mômen động cơ, việc xuất hiện lực động trong bộ truyền, sự dao động của tốc độ. Vì vậy việc nghiên cứu quá trình quá độ có ý nghĩa quan trọng ngay cả đối với những hệ truyền động điện có chế độ làm việc ít biến động nhất.

Hiện nay người ta sử dụng phổ biến các hệ truyền động điện tự động, nhờ đó có thể thực hiện điều khiển các quá trình công nghệ bằng cách trực tiếp điều khiển truyền động điện. Vì vậy, quá trình quá độ thường xảy ra trong thời gian làm việc của truyền động điện và ý nghĩa của nó càng trở nên quan trọng hơn.

Dựa vào mức độ ảnh hưởng của quá trình quá độ đến chế độ làm việc, người ta chia các hệ truyền động thành ba loại:

— Những hệ có ít quá trình quá độ như máy bơm li tâm, quạt thông gió hầm lò. Chúng ít khởi động và hãm máy còn phụ tải thì ổn định;

— Những hệ có nhiều quá trình quá độ như truyền động của máy xúc, máy bào giường, cần trục v.v... Trong quá trình làm việc của máy, truyền động điện phải khởi động, hãm dừng, đảo chiều thường xuyên, còn phụ tải thì biến động bất thường.

— Những hệ luôn luôn làm việc trong quá trình quá độ như truyền động búa máy, máy nén piston, trục của máy cán thép thuận nghịch. Phụ tải của các máy này tăng giảm chu kỳ một cách liên tục, hệ truyền động có thể phải đảo chiều thường xuyên. Ngoài ra, các hệ thống có mômen quán tính thay đổi trong quá trình làm việc, như truyền động của trục quấn máy xeo giấy hoặc trục quấn của máy cán thép băng, cũng thuộc loại này.

Các máy thuộc loại thứ nhất thì ít gặp, loại thứ hai thì rất phổ biến. Nghiên cứu quá trình quá độ, ta có thể tìm được biện pháp rút ngắn thời gian của nó tức nâng cao năng suất máy, tạo được những quy luật chuyển động

thích hợp để tăng chất lượng gia công trên máy, tính toán các thông số cần thiết cho mạch bảo vệ, ổn định hóa hệ thống, hạn chế được gia tốc và lực động cơ hại cho các bộ phận cơ học hoặc người sử dụng, tính toán phát nhiệt để chọn công suất động cơ truyền động.

§ 1-2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH QUÁ ĐỘ

1. Số liệu cho trước và những đại lượng cần tìm

Để nghiên cứu hoặc tính toán quá trình quá độ của truyền động điện, cần biết trước các đặc tính và số liệu sau: đặc tính cơ (hoặc đặc tính dòng điện) của động cơ và của máy sản xuất: sơ đồ mạch điện của hệ; các số liệu cơ học như mômen quán tính, mômen hãm của phanh (nếu có)..., loại quá trình (khởi động, hãm, đảo chiều, thay đổi tải,...); điều kiện ban đầu (giá trị tốc độ, mômen, dòng điện... tại thời điểm xảy ra quá trình quá độ).

Mục đích nghiên cứu và tính toán quá trình quá độ là tìm các quan hệ theo thời gian của tốc độ truyền động $\omega = f(t)$ dòng điện động cơ $i = f(t)$, mômen động cơ $M = f(t)$, hành trình của bộ phận làm việc L_{qd} hoặc góc quay của trục động cơ φ_{qd} sau khi kết thúc quá trình quá độ, thời gian của quá trình t_{qd} ,...

2. Phương pháp nghiên cứu.

Để đạt được mục đích nghiên cứu nêu trên, ta có thể sử dụng một trong các phương pháp sau đây:

a) *Giải trực tiếp hệ phương trình vi phân.* Bất kỳ một quá trình quá độ nào của bất kỳ hệ nào cũng được mô tả bằng các phương trình vi phân viết cho phần điện và phần cơ của hệ. Chẳng hạn ta xét quá trình quá độ khởi động trong hệ F—Đ (hình 1-1). Quá trình bắt đầu khi đóng tiếp điểm K để nối mạch kích từ của máy phát F vào nguồn điện một chiều. Kế đó là các quá trình quá độ diễn ra trong mạch kích từ của máy phát, trong mạch phần ứng của máy phát—động cơ và trong phần cơ của hệ truyền động. Mỗi quá trình đó được diễn tả bằng một phương trình vi phân trong hệ (1-1):

$$\left. \begin{aligned} U_k &= i_k R_k + L_k \frac{di_k}{dt} : \\ e_f &= K\Phi\omega + i_{\Sigma} R_{\Sigma} + L_{\Sigma} \frac{di_{\Sigma}}{dt} : \\ M &= M_c + J \frac{d\omega}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

trong đó, $R_{\Sigma} = R_{uf} + R_{ud}$; $L_{\Sigma} = L_{uf} + L_{ud}$ — tổng điện trở và điện cảm của mạch phần ứng máy phát—động cơ;

J — tổng mômen quán tính của hệ truyền động khi đã qui đổi về tốc độ động cơ;

ω — tốc độ của động cơ, tức tốc độ qui ước dùng để qui đổi các đại lượng cơ học khi lập mẫu cơ học cho hệ.

Chú ý rằng, trong hệ phương trình trên, giữa mômen M và dòng điện phần ứng có mối quan hệ:

$$M = K\Phi i_u. \quad (1-2a)$$

Còn giữa sđđ e_f và dòng kích từ i_k của máy phát có quan hệ:

$$e_f = K_1 i_k. \quad (1-2b)$$

Mặt khác, M và M_c lại có quan hệ với ω theo các phương trình đặc tính cơ. Rõ ràng là, khi coi điện trở, điện cảm trong các mạch điện và mômen quán tính của hệ là hằng số, thì các phương trình (1-1) là tuyến tính và ta có thể giải trực tiếp chúng để tìm các nghiệm $M(t)$, $i_u(t)$ hoặc $\omega(t)$.

Đối với những hệ thống phức tạp, quá trình quá độ được mô tả bằng nhiều phương trình vi phân hơn. Tuy nhiên về nguyên tắc ta có thể biến đổi chúng thành một phương trình tổng quát dạng:

$$A_n x^{(n)} + A_{n-1} x^{(n-1)} + \dots + A_1 x + A_0 = F(t), \quad (1-3)$$

trong đó, $F(t)$ – hàm nhiễu loạn.

x – đại lượng cần tìm nào đó, ví dụ M , i_u hoặc ω .

Với những giả thiết có thể chấp nhận được đối với đa số hệ truyền động điện, phương trình (1-3) là phương trình tuyến tính, nghĩa là các hệ số A_1, A_2, \dots, A_n đều là hằng số. Phương trình đặc trưng của nó là:

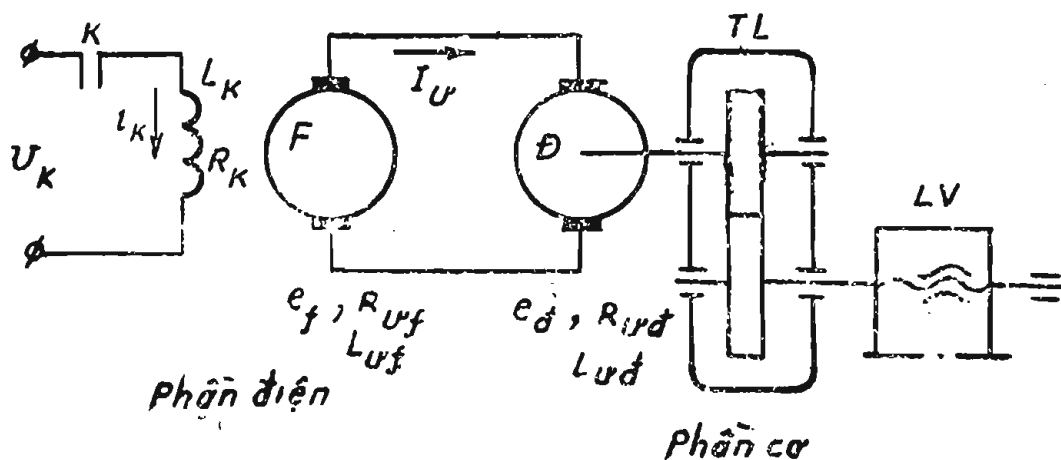
$$A_n \alpha^n + A_{n-1} \alpha^{n-1} + \dots + A_1 \alpha + A_0 = 0. \quad (1-4)$$

Giải phương trình này ta được giá trị của các nghiệm $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$. Cuối cùng, nghiệm của phương trình vi phân (1-3) sẽ có dạng:

$$x = C_1 e^{\alpha_1 t} + C_2 e^{\alpha_2 t} + \dots + C_n e^{\alpha_n t}, \quad (1-5)$$

trong đó C_1, C_2, \dots, C_n – Các hằng số xác định nhờ điều kiện ban đầu của quá trình.

Chú ý rằng, các nghiệm $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ có thể là thuần số, hoặc hàm số, hoặc phức số. Nếu các α là thuần số thì quan hệ (1-5) sẽ đơn trị, nếu có những nghiệm α là số phức thì quan hệ $x(t)$ sẽ có dạng dao động (đa trị).



Hình 1-1. Hệ truyền động nối theo sơ đồ F-Đ.

Phương pháp giải trực tiếp các phương trình vi phân được ứng dụng cho những hệ tuyến tính khi đặc tính cơ của động cơ và của máy sản xuất là đường thẳng hoặc có phương trình đơn giản. Nó được sử dụng thuận tiện đối