

BÙI ĐÌNH TIỂU — PHẠM DUY NHI

159898610

CƠ SỞ
**TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
TỰ ĐỘNG**

TẬP I

Thu Vien DHKTCN-TN



MTK06004333

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC VÀ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP

BÙI ĐÌNH TIỂU — PHẠM DUY NHỊ

CƠ SỞ
TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
TỰ ĐỘNG

TẬP I

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC VÀ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP
HÀ NỘI — 1982

Biên tập: **TRẦN NHẬT TÂN**

LỜI NÓI ĐẦU

Ở nước ta ngành « Điện khí hóa xí nghiệp » hoặc ngành « Truyền động điện và tự động hóa máy sản xuất » đã được mở ở trường Đại học Bách khoa và một số trường Đại học kỹ thuật. Môn học cơ sở kỹ thuật của chuyên ngành này là « Cơ sở truyền động điện tự động ». Việc biên soạn một giáo trình để phục vụ người học và làm tài liệu tham khảo cho cán bộ giảng dạy đã trở thành yêu cầu cấp thiết.

Ngày nay, về lý thuyết cũng như thực tiễn, truyền động điện đang ở trong giai đoạn hoàn thiện với rất nhiều loại hệ thống khác nhau. Vì vậy, đề cập một cách đầy đủ các vấn đề chủ yếu của nó trong một giáo trình cơ sở là một việc rất khó khăn. Ở đây chúng tôi chỉ nêu một số hệ thống đặc trưng cho các phương hướng phát triển của ngành truyền động điện và chú trọng giới thiệu phương pháp khảo sát chúng.

Toàn bộ giáo trình được chia thành bốn phần, mỗi phần có nhiều chương.

Phần thứ nhất khảo sát các đặc tính tĩnh và những trạng thái làm việc xác lập của truyền động điện. Các đặc tính tĩnh bao gồm đặc tính của động cơ truyền động và đặc tính của máy sản xuất. Tổng hợp cả hai loại đặc tính đó ta xác định được trạng thái làm việc của hệ. Chú ý rằng, mục đích của truyền động là tạo ra và điều khiển các chuyển động cơ học, nên trước khi nghiên cứu hệ truyền động cần khảo sát phần cơ của nó.

Phần thứ hai nghiên cứu những nguyên tắc và biện pháp điều khiển tốc độ của truyền động điện. Bằng cách phân tích phương trình đặc tính cơ ta tìm ra những khả năng tác động để điều khiển tốc độ động cơ như đặt tốc độ làm việc, duy trì tốc độ đặt, tạo tốc độ bỏ hoặc điều khiển tỷ lệ tốc độ giữa các động cơ trong một hệ. Để thực hiện điều đó, ta phải dùng những biện pháp hoặc phương tiện đặc biệt, vì vậy khi khảo sát chế độ làm việc của hệ, cần xét kết hợp động cơ—máy—thiết bị biến đổi và điều chỉnh. Các đặc tính được rút ra trong phần này đều là đặc tính tĩnh,

Phần thứ ba khảo sát các đặc tính động của hệ, bao gồm những quá trình quá độ cơ học, quá trình quá độ điện cơ trong hệ tự động vòng hở và các quá trình động trong hệ vòng kín. Phương pháp nghiên cứu các hệ hở là thành lập và giải hệ thống phương trình vi phân, còn hệ kín là phương pháp gần đúng dùng đặc tính tần. Kết quả nghiên cứu cho ta những quan hệ theo thời gian của các đại lượng cơ và điện trong hệ.

Phần thứ tư trình bày các phương pháp chọn công suất động cơ truyền động cho các loại tải khác nhau dựa trên nguyên lý phát nhiệt của máy điện. Phương pháp tính toán được trình bày chủ yếu cho truyền động điện không điều chỉnh, nghĩa là với giả thiết hệ chỉ làm việc ở cấp tốc độ định mức. Đối với truyền động điện điều chỉnh thì phải xét thêm giải điều chỉnh và đặc tính tải

Toàn bộ giáo trình là một khối thống nhất và được trình bày theo trình tự chặt chẽ. Khi nghiên cứu nó, đòi hỏi phải đọc từ đầu và không bỏ qua phần nào.

Tuy nhiên, trong mỗi phần chúng tôi xếp những chương cơ bản lên đầu và trong mỗi chương - các tiết cơ bản lên trước. Những chương và tiết sau cùng đề cập đến các nội dung sâu hơn của vấn đề. Tùy theo yêu cầu của ngành học, số tiết trong mỗi chương và số chương trong mỗi phần có thể giảm bớt.

Các phần nêu trên được xếp thành hai tập, Tập I gồm phần một và phần hai, trong đó các chương I, II và VI do đồng chí Phạm Duy Nhi biên soạn, các chương III, IV, V và VII do đồng chí Bùi Đình Tiểu biên soạn.

Các tư liệu trong giáo trình được rút từ các tài liệu tham khảo nêu ở cuối sách và lấy từ kinh nghiệm giảng dạy của cán bộ bộ môn điện khí hóa xí nghiệp trường đại học Bách khoa Hà Nội. Trong quá trình biên soạn, chúng tôi nhận được sự giúp đỡ rất hiệu quả của tập thể bộ môn nói trên, các đồng chí trong tiểu ban kiểm tra kiến thức nghiên cứu sinh ngành truyền động điện và nhiều bạn đồng nghiệp.

Tuy nhiên do kiến thức và điều kiện biên soạn có hạn, quyển sách chắc chắn còn nhiều thiếu sót. Rất mong sự góp ý của bạn đọc.

Tác giả

MỞ ĐẦU

Danh từ «truyền động điện» dùng để chỉ một ngành khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực cơ điện (ngành truyền động điện) hoặc một quá trình biến đổi năng lượng từ dạng điện thành dạng cơ hoặc một thiết bị (hệ truyền động điện).

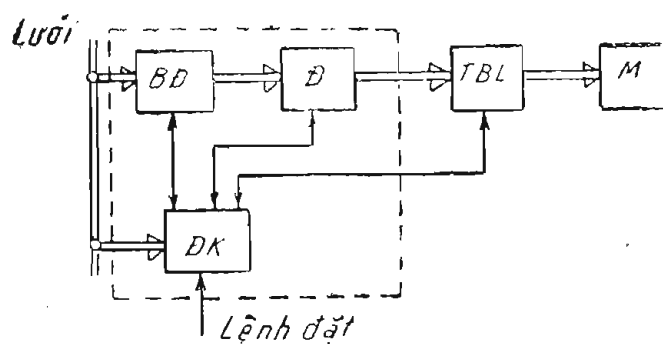
Hệ truyền động điện là tổ hợp của nhiều thiết bị điện và cơ dùng để biến đổi và điều khiển năng lượng từ dạng điện sang dạng cơ bao gồm trong sơ đồ khối (hình 1).

Điện năng từ lưới công nghiệp có tần và áp cố định được bộ biến đổi BD biến thành dạng (điện) cần thiết với những thông số yêu cầu để cấp cho động cơ Đ. Động cơ biến điện năng thành cơ năng, rồi qua khâu truyền lực TBL năng lượng được cấp cho bộ phận làm việc của máy M. Để điều khiển máy theo yêu cầu công nghệ người ta dùng bộ điều khiển ĐK. Trong trường hợp tổng quát hệ truyền động điện bao gồm bộ biến đổi BD, động cơ Đ và bộ điều khiển ĐK. Ngày nay chúng được nghiên cứu và sản xuất trọn bộ như một thiết bị đơn vị duy nhất.

Động cơ điện là phần tử trung tâm không thể thiếu của truyền động điện. Nó có thể là động cơ xoay chiều hoặc một chiều, chuyển động quay hoặc chuyển động thẳng, liên tục hoặc từng bước.

Chức năng và cấu tạo của bộ biến đổi phụ thuộc vào loại động cơ và yêu cầu công nghệ của máy sản xuất. Nó có thể là tổ máy phát hoặc chỉnh lưu để biến điện xoay chiều thành một chiều, bộ biến tần để biến điện xoay chiều tần số không đổi thành điện xoay chiều có tần số biến đổi, bộ phát xung để biến điện xoay chiều hình sin thành dạng xung v.v... Những trường hợp đơn giản có thể không dùng bộ biến đổi như hệ truyền động không điều chỉnh dùng động cơ không đồng bộ có áp và tần phù hợp với lưới.

Bộ điều khiển ĐK nhận lệnh đặt từ người điều khiển và những tín hiệu liên lạc cũng như bảo vệ trong hệ, tổng hợp và gia công chúng để điều khiển dòng năng lượng sao cho bộ phận làm việc chuyển động theo yêu cầu công nghệ. Cấu trúc của nó có liên quan trực tiếp với mức độ tự động hóa của truyền



Hình 1. Sơ đồ khối của hệ truyền động điện

động điện. Nó có thể rất phức tạp bao gồm một loạt khí cụ đóng cắt và truyền đạt tín tức, cảm biến, khuếch đại v.v... Trường hợp đơn giản nó có thể chỉ là một cầu dao.

Ngoài ba bộ phận nêu trên, truyền động điện còn có liên quan trực tiếp với các phần chuyển động trên máy như bộ truyền và biển lực, bộ phận làm việc của máy. Vì vậy tuy các bộ phận này không nằm trong cấu trúc của truyền động điện nhưng bắt buộc phải xét đến chúng khi phân tích tính năng và các trạng thái làm việc của hệ.

Với sơ đồ khối tổng quát (hình 1), truyền động điện có rất nhiều loại. Có thể phân loại chúng bằng nhiều cách:

Dựa vào loại động cơ, chúng được chia thành các loại: truyền động một chiều (dùng động cơ một chiều), truyền động xoay chiều trong đó có truyền động đồng bộ (dùng động cơ đồng bộ) và truyền động không đồng bộ (dùng động cơ không đồng bộ), truyền động bước (dùng động cơ bước), và các truyền động đặc biệt.

Dựa vào mối tương quan giữa động cơ và máy, các hệ thống được chia làm ba loại: truyền động nhóm, đơn và nhiều động cơ. Truyền động nhóm là loại dùng một hệ truyền động điện để dẫn động cho một nhóm máy thông qua một trục cái chung. Nếu bộ truyền động điện chỉ phục vụ riêng cho một máy thì được gọi là truyền động đơn, còn nếu mỗi máy có nhiều hệ truyền động cùng phối hợp gây chuyển động thì tổ hợp các hệ truyền động đó được gọi là truyền động nhiều động cơ. Ngày nay phần lớn trường hợp dùng truyền động nhiều động cơ. Nó có ưu việt là làm đơn giản cấu trúc máy, dễ tự động hóa, các chỉ tiêu năng lượng và kỹ thuật cao, dễ bố trí máy điện và phân bố các khâu truyền động, v.v...

Dựa vào mức độ tự động hóa truyền động điện được chia thành truyền động không điều chỉnh và truyền động điều chỉnh hoặc truyền động bán tự động và truyền động tự động. Ở truyền động điện không điều chỉnh động cơ chỉ làm việc ở một cấp tốc độ đặt. Khi động cơ điện có nhiều cấp tốc độ thì hệ được gọi là truyền động điện điều chỉnh. Truyền động bán tự động ứng dụng nguyên tắc điều khiển vòng hở, còn truyền động tự động thì ứng dụng các phương pháp điều khiển vòng kín. Ngày nay phần lớn các hệ không điều chỉnh đều dùng động cơ không đồng bộ. Truyền động một chiều thường là truyền động điều chỉnh và tự động.

Người ta còn chia truyền động thành hệ đảo chiều (khi động cơ làm việc được ở cả hai chiều quay) và truyền động không đảo chiều (khi động cơ chỉ quay được một chiều).

Ngành truyền động điện đã phát triển qua nhiều giai đoạn và theo nhiều phương hướng để đạt được mức độ hoàn thiện như ngày nay. Sau đây là một số phương hướng chủ yếu.

Phương hướng thứ nhất là hoàn thiện cấu trúc động cơ điện. Động cơ và hệ truyền động đầu tiên do viện sĩ hàn lâm Nga phát minh vào những năm 1834-1838. Đó là động cơ một chiều đơn sơ. Sau đó là những phát minh về truyền động một chiều của Fromanet (Pháp), Pachinotti (Ý) và động cơ

xoay chiều không đồng bộ của Dolivo – Dobrovolxki (Nga). Cả hai loại động cơ (một chiều và xoay chiều) song song tồn tại và đều được hoàn thiện không ngừng để nâng cao các tính năng cơ điện. Ngày nay, bên cạnh những động cơ loại kinh điển, người ta đã nghiên cứu và chế tạo nhiều loại động cơ mới như động cơ bước, động cơ hạ tốc có stato vòng cung, động cơ chuyển động thẳng, động cơ van, v.v...

Phương hướng thứ hai là hoàn thiện cấu trúc cơ học của truyền động. Muốn cho cấu trúc máy trở nên hợp lý và đơn giản thì động cơ truyền động phải đặt càng gần bộ phận làm việc càng tốt. Chính do nhận xét đó mà hình thức truyền động đơn đã ra đời để thay thế cho truyền động nhóm và sau đó thì truyền động nhiều động cơ thay thế cho truyền động đơn.

Phương hướng thứ ba là mở rộng phạm vi ứng dụng của truyền động điện. Ngày nay truyền động điện là phương tiện truyền động gần như duy nhất trong công nghiệp (khoảng 90% trong toàn bộ các hình thức truyền động công nghiệp), nó cũng được ứng dụng ngày càng nhiều trong ngành giao thông đường sắt, vận tải, nông nghiệp, v.v...

Để mở rộng phạm vi ứng dụng truyền động điện, người ta đã phải đồng thời mở rộng giải công suất động cơ điện, giải tốc độ làm việc và nhiều thông số khác. Ví dụ, động cơ đã được chế tạo với giải công suất từ cỡ vài trăm oát đến hàng chục megaoát, trong đó có loại hạ tốc (cỡ chục vòng/phút) đến cao tốc và siêu cao tốc (hàng chục vạn vòng/phút).

Phương hướng thứ tư là tự động hóa hệ thống. Một trong những ưu điểm của truyền động điện là dễ tự động hóa, nên từ những hình thức đơn giản ban đầu, hệ truyền động điện ngày càng phức tạp và trở thành những hệ tự động hoàn chỉnh. Nhờ đó, chúng có khả năng điều khiển chuyển động các máy theo những yêu cầu công nghệ cao và những quy luật phức tạp, ví dụ ổn định hóa tốc độ làm việc, đồng bộ hóa tốc độ các trục khác nhau, chuyển động theo chương trình, v.v... Phần lớn các hệ truyền động điện công nghiệp hiện nay là hệ tự động hóa. Ở mức độ cao hơn có thể nói truyền động điện là cơ sở của việc tự động hóa trọn bộ các dây chuyền sản xuất.

Phương hướng thứ năm là ứng dụng các vật liệu bán dẫn. Từ khi van bán dẫn điều khiển (Tiristo) ra đời đến nay các thiết bị bán dẫn đã được ứng dụng nhanh chóng vào truyền động điện và làm phát triển lý thuyết cũng như thực tiễn ngành « Truyền động van ». Tất cả các nước tiên tiến đều mở ngành sản xuất « Thiết bị biến đổi động lực », chủ yếu là chế tạo các bộ nguồn chỉnh lưu, nghịch lưu và biến tần dùng cho các máy sản xuất. Chúng đã thay thế cho các thiết bị biến đổi dùng van lon và những bộ biến đổi dùng máy điện trước kia. Nhờ đó chẳng những truyền động điện một chiều được cải thiện về cấu trúc và tăng tính kinh tế, mà truyền động không đồng bộ cũng trở thành loại có khả năng điều chỉnh rất tốt. Song song với việc bán dẫn hóa mạnh, hệ thống đều khiển truyền động điện được xây dựng bằng vật liệu bán dẫn ferit và vi mạch. Nhờ đó, độ bền và độ tin cậy của hệ ngày càng cao, chất lượng điều khiển càng ngày càng tốt, còn kích thước càng ngày càng giảm.

Ngoài ra, người ta còn chú trọng hoàn thiện các phương pháp tính toán chính xác truyền động điện có xét đến các khâu phi tuyến, dãn hồi và khe hở.

Việc tính toán đó phải bắt nguồn từ bản chất vật lý của hệ và ứng dụng lý thuyết điều khiển tự động để tìm những phương pháp có khả năng ứng dụng trong thực tế kỹ thuật với độ chính xác đủ cao.

Theo những phương hướng nêu trên, người ta đã chế tạo được nhiều loại truyền động điện có chất lượng tốt và đưa lại cho nền sản xuất những hiệu quả kinh tế cao. Ý nghĩa của truyền động đối với nền kinh tế quốc dân thể hiện ở nhiều mặt:

Truyền động điện là hình thức tiêu thụ điện năng chủ yếu trong các ngành sản xuất. Ở Liên Xô nó chiếm 62% tổng số điện năng được sản xuất ra và đặc biệt nó hầu như là nguồn động lực chính dùng cho công nghiệp. Nó là phương tiện chủ yếu để giải phóng sức lao động. Thực tế mỗi công nhân làm việc trong một ca chỉ sản ra một công khoảng 1 kW. Ngày nay ở các nước tiên tiến mức độ trang bị điện trong công nghiệp trung bình khoảng 4—5 kW công suất lắp đặt động cơ/công nhân; nghĩa là mỗi công nhân điều khiển một công suất truyền động bằng 4—5 kW. Như vậy mỗi công nhân trong một ca có thể làm ra một công bằng 28—40 kWh, nghĩa là làm việc gấp 30—40 người. Nếu đó là máy phức tạp thì ý nghĩa trên còn lớn hơn nữa.

Các số liệu thống kê cho thấy năng suất của máy từ năm 1940 tới nay hàng năm đều tăng cùng nhịp độ với mức trang bị điện của máy, nghĩa là nếu tính theo % thì số sản phẩm do một công nhân làm ra trong một năm xấp xỉ số kilôoát giờ điện năng tính cho một đầu người công nhân trong một năm. Vì vậy ta có thể nói rằng mức độ điện khí hóa của máy chính là thước đo năng suất của máy.

Giá thành điện năng rẻ hơn nhiều loại năng lượng khác nên cho phép giảm giá thành sản phẩm trên các máy dùng truyền động điện. Thường thường tiêu hao năng lượng chiếm khoảng 3—8% tổng số chi phí dùng để chế tạo ra sản phẩm.

Truyền động điện có ưu điểm tuyệt đối về khả năng tự động hóa. Do đó hiện nay các máy dùng truyền động điện phần lớn là máy tự động hoặc bán tự động. Những máy này không những có năng suất cao, thao tác dễ và nhẹ mà còn đảm bảo chất lượng gia công rất tốt như chính xác, trơn bóng (máy cắt kim loại), đều đặn (mặt giấy của máy làm giấy...). Dựa vào ưu điểm này người ta còn chế tạo được những máy tự động theo chương trình và các dây máy tự động với dây chuyền sản xuất liên tục.

Ngoài ra truyền động điện còn có ưu điểm về tính linh hoạt trong việc phân phối năng lượng, truyền đạt năng lượng theo hai chiều giữa nguồn và tải, độ tin cậy cao, v.v...

Trên đây cũng là những ưu điểm của truyền động điện so với các hình thức truyền động khác. Đó là những lý do thúc đẩy việc nghiên cứu các hệ thống truyền động điện và bảo đảm cho ngành này có sự phát triển mạnh mẽ.