

PGS.TS. NGUYỄN PHƯƠNG
ThS. NGUYỄN THỊ PHƯƠNG GIANG

CƠ SỞ TỰ ĐỘNG HOÁ trong ngành cơ khí



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS.TS. Nguyễn Phương, Th.S. Nguyễn Thị Phương Giang

CƠ SỞ TỰ ĐỘNG HÓA TRONG NGÀNH CƠ KHÍ

(Giáo trình cho sinh viên chế tạo máy các trường đại học)

IN LẦN THỨ NHẤT



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2005**

Tác giả: PGS.TS. Nguyễn Phương
ThS. Nguyễn Thị Phương Giang

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS.TS. Tô Đăng Hải
Biên tập và sửa chế bản: Nguyễn Diệu Thuý
Trình bày và chế bản: Quang Hùng
Vẽ hình: Phạm Văn Tước
Vẽ bìa: Đỗ Thịnh

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội 2005

In 600 cuốn khổ 19 x 27 cm tại Xí nghiệp in Thương mại
Giấy phép số 25-1288 do Cục xuất bản cấp ngày 9 tháng 8/2005.
In xong và nộp lưu chiểu năm 12/2005.

LỜI NÓI ĐẦU

Vấn đề cơ khí hóa và tự động hóa ở nước ta hiện nay đã trở nên cấp bách, vì đó là nội dung đặc biệt quan trọng trong công cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật nhằm tăng năng suất lao động để phát triển nhanh nền kinh tế nước ta đuổi kịp các nước tiên tiến trong khu vực.

Muốn làm tốt vấn đề trên cần có một đội ngũ cán bộ khoa học kỹ thuật đông đảo và lành nghề, được trang bị đầy đủ những kiến thức sâu, rộng về lý thuyết cơ sở tự động hóa, làm nền tảng cho việc cơ khí hóa và tự động hóa trong ngành chế tạo máy của nước ta.

Cuốn Cơ sở tự động hóa trong ngành cơ khí bao gồm:

Phần I. Lý thuyết về điều khiển tự động.

Phần II. Lý thuyết về điều chỉnh tự động.

Phần III. Cơ khí hóa và tự động hóa tiến lên đường dây tự động.

Phần IV. Bài tập ứng dụng.

Đây là tài liệu đã qua giảng dạy của Khoa Chế tạo máy Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đặc biệt là phần: "Bảng tổng kết các loại cấp phối trên thế giới".

Chúng tôi đã tổng kết, sắp xếp phân loại cố gắng sao cho thuận tiện cho người sử dụng.

Tài liệu này còn có thể sử dụng cho các cán bộ công tác trong lĩnh vực cơ khí hóa và tự động hóa trong chế tạo máy. Đây là tài liệu đã được cải tiến lần thứ 3, nhưng không tránh khỏi một số sai sót chúng tôi rất cảm ơn và mong nhận được các ý kiến góp ý của bạn đọc và đồng nghiệp.

Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

CÁC TÁC GIẢ

PHẦN 1. ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

1.1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN

Điều khiển học là ngành khoa học nghiên cứu những hệ thống có bản chất khác nhau, có khả năng thu nhận, lưu trữ, biến đổi và sử dụng thông tin để điều khiển và điều chỉnh. Nó nghiên cứu những nguyên tắc thành lập hệ tự động và những quy luật của các quá trình xảy ra trong hệ thống. Nhiệm vụ chính của ngành khoa học này là xây dựng những hệ tự động tối ưu và gần tối ưu bằng những biện pháp kỹ thuật, đồng thời nghiên cứu các vấn đề thuộc về tĩnh học và động học của các hệ thống đó.

Từ xa xưa, con người đã có những ý niệm về điều khiển tự động ở dạng các đồ chơi, khoảng thế kỷ thứ III+IV trước Công nguyên, D. Phatereous đã chế tạo ra con sên biết bò. Đến thế kỷ thứ I, bạo chúa Héron ở thành Alexandria đã sáng chế ra những con rối biết múa, con chim biết hát. Gần 1000 năm về trước, vua Lý Nhân Tông đã cho làm một con rùa vàng, biết bơi, mồm phun nước, mắt biết liếc nhìn, trong những buổi đua thuyền diễu qua điện Linh Quang ở Thăng Long. Năm 1767 nhà cơ khí người Nga I. P. Kulibin đã chế tạo một chiếc đồng hồ hình quả trứng, ngoài việc biết chỉ giờ, đánh chuông, chiếc đồng hồ này còn trình diễn một màn múa rối sau mỗi giờ. Đặc biệt nhất là con búp bê của Pierre Jacquet Droz nó biết lắc đầu, giơ tay và có thể viết được tên của mình. Sau đó các cơ cấu tự động bắt đầu phục vụ cho sản xuất, chánh thanh tra Jacque De Vaucanson trong công nghiệp lụa của Pháp đã sáng chế ra máy dệt tự động điều khiển go bằng trống đục lỗ. Năm 1776 kỹ sư người Nga I. I. Pozunov đã chế tạo bộ điều chỉnh mực nước nổi hơi. Năm 1784, J. Watt đã phát minh bộ điều tốc con lắc ly tâm để điều chỉnh máy hơi nước. Sau đó kỹ thuật điều khiển tự động đã phát triển rất mạnh vào cuối thế kỷ thứ XIX với công trình nổi tiếng vào năm 1877 của I. A. Visnhegrat, Routh (1778) và Herwitz (1895).

Những năm đầu của thế kỷ XX, kỹ thuật điều khiển tự động đã được sử dụng

rộng rãi trong các lĩnh vực quân sự như không quân, thủy quân, tên lửa, du hành vũ trụ, v.v... Người đặt nền móng cho lý thuyết điều khiển tự động của tàu thủy vào những năm 20 của thập kỷ này là Minorsky. Vào năm 1917, O. Block đã sử dụng lý thuyết vectơ và hàm biến vào việc nghiên cứu lý thuyết tự động. Với phương pháp này Nyquist (1932) và Mikhailôp (1938) là những người đã tìm ra các tiêu chuẩn ổn định của hệ tuyến tính bằng phương pháp đồ thị. Các định đề và phương pháp khảo sát độ ổn định các hệ phi tuyến của A. M. Liapunôv, các công trình của Pontriagin, v.v. là những nguyên lý cơ bản của lý thuyết điều khiển tự động cho các hệ phi tuyến. Brown và Hall đã dùng các hệ phương trình vi phân để tiếp tục phát triển phương pháp trên và còn đề ra "Quá trình chuyển tiếp" nhằm nghiên cứu trạng thái của hệ thống và đề ra các phương pháp thiết kế các cơ cấu điều khiển. Năm 1938, Bode đã đưa ra mối quan hệ chặt chẽ giữa các đường đặc tính tần số pha và đề ra các công thức tổng quát để giải quyết các nhiệm vụ điều khiển.

Trong chiến tranh thế giới lần thứ hai đã tạo nên các yêu cầu lớn trong lĩnh vực thiết kế hệ thống tự động. Từ năm 1941 và 1943 Haria và Hall đã ứng dụng phương pháp phân tích hàm biến phức của Nyquist để thiết kế và phân tích các hệ thống điều khiển. Từ năm 1941 đến 1945 Bomberger, Weber, Nichols và Bode đã đưa vào ứng dụng lý thuyết liên quan đến độ giảm chấn và góc lệch pha của Bode, tạo nên phương pháp đơn giản hơn để thiết kế các hệ thống điều khiển. Cũng trong thời gian này Weiner, Phillips và Hall cũng đã nghiên cứu các tác động của nhiễu. Nhóm này cũng đã tìm những tiêu chuẩn để đánh giá hoạt động tối ưu của một hệ thống dưới tác dụng đồng thời của tín hiệu ở đầu vào có xét đến ảnh hưởng của nhiễu. Camôgôrôv và Bellman đã đưa ra hệ thống tối ưu. Sau đó Xưpkin và Cooper đã đưa ra hệ tự thích nghi và đã được nhiều nước ứng dụng.

Hiện nay điều khiển tự động đã trở thành một bộ phận không thể thiếu được trong quá trình sản xuất của các ngành như: chế tạo máy, luyện kim, công nghiệp nhẹ, hóa chất cho đến ngành hàng không và du hành vũ trụ, v.v. Với việc phát triển máy vi tính như hiện nay thì phạm vi ứng dụng điều khiển tự động càng được mở rộng, chất lượng điều khiển càng được hoàn thiện nhằm đạt đến một trình độ cao hơn để thực hiện hai mục tiêu của tự động hóa là: *giải phóng con người khỏi những công việc nặng nhọc và đơn điệu, thay con người điều khiển các quá trình sản xuất tổng hợp và hiện đại vượt quá khả năng thể chất của con người.*

1.2. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Chúng ta biết rằng đặc trưng cơ bản nhất của con người trong hoạt động sản xuất là luôn luôn hành động, tác động vào quá trình sản xuất có mục đích. Bản chất

vật chất của các quá trình sản xuất là con người biến đổi vật chất, năng lượng từ dạng không giá trị sử dụng sang dạng cần thiết cho con người. Để đạt được mục đích đó, con người cần có nguyên vật liệu, năng lượng ban đầu và công cụ sản xuất. Tuy nhiên ba yếu tố trên không đủ để tạo nên quá trình sản xuất mà cần tạo thêm một yếu tố nữa, đó là công cụ sản xuất phải tác động lên nguyên vật liệu, năng lượng theo những trình tự và qui luật nhất định nào đó, tức là con người phải xác định phương thức tác động của công cụ sản xuất, gắn liền với nó là phương thức hoạt động của chính bản thân con người trong sản xuất. Từ đó con người có thể xác định được phương thức tác động của công cụ sản xuất có mục đích phù hợp với qui luật tự nhiên. Phương thức này được gọi là qui trình sản xuất.

Để nắm được những qui luật điều khiển ta cần biết những khái niệm (KN) cơ bản sau:

KN1. Điều khiển là sự tác động có mục đích vào một đối tượng nhất định.

KN2. Điều khiển học là các khoa học về các qui luật, phương pháp và phương tiện điều khiển.

Điều khiển học bao gồm: điều khiển học kỹ thuật, điều khiển học quân sự, điều khiển học sinh học, v.v. Trong đó, điều khiển học kỹ thuật trùng với tự động học, là ngành khoa học phát triển nhất hiện nay, do đó ta chỉ đề cập đến điều khiển học kỹ thuật.

Điều khiển học (cybematic) bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp có nghĩa là "nghệ thuật điều khiển". Nó được nhà hóa học Pháp A. M. Apere sử dụng đầu tiên vào năm 1834 để chỉ các khoa học điều khiển xã hội loài người mà lúc đó khoa học này chưa ra đời. Đến năm 1984, nhà toán học Mỹ N. Wiener đã sử dụng lại khái niệm này trong tác phẩm "Điều khiển học hay điều khiển thông tin trong cơ thể sống và máy móc".

Như ta đã biết, trong quá trình biến đổi vật chất từ dạng này sang dạng khác, con người đã thực hiện hai bộ phận chức năng: nguồn năng lượng và công cụ sản xuất. Nguồn năng lượng là sức của cơ bắp để kéo xe, đập búa, v.v. Công cụ sản xuất là bàn tay để cày ruộng, dệt vải, v.v. Khi dùng máy hơi nước, động cơ đốt trong để giải phóng bắp thịt, dùng máy cày, máy dệt để giải phóng đôi tay con người đã tự giải phóng mình khỏi chức năng làm nguồn năng lượng và công cụ sản xuất. Quá trình dùng máy móc để giải phóng con người khỏi hai chức năng này là nội dung của cơ khí hóa. Khi đã cơ khí hóa, con người vẫn còn chức năng quan sát, so sánh kiểm tra sự diễn biến của quá trình sản xuất và khi cần thiết, con người sẽ tác động ngược lại để duy trì một qui trình đã cho. Đây chính là nội dung chức năng điều khiển của con người trong quá trình sản xuất. Dùng máy móc để thay thế con người trong quá trình điều khiển được gọi là điều khiển tự động. Nó là nội dung đầu tiên

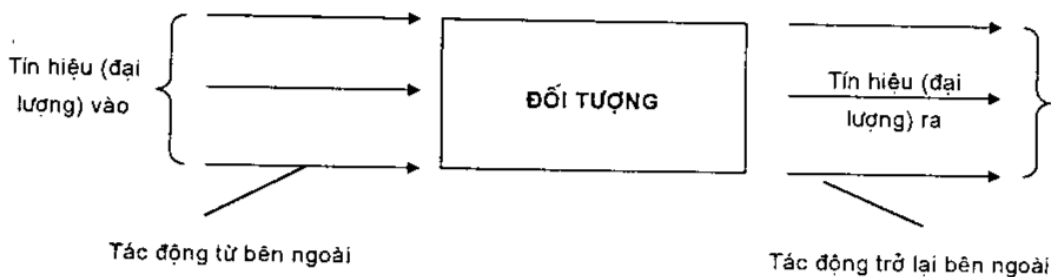
của tự động hóa. Với sự phát triển của điều khiển học và tự động hóa con người dần dần đã chế tạo được các loại máy móc có thể đảm nhận chức năng xác định quá trình sản xuất, đây là mức độ thứ hai của tự động hóa. Đặc biệt với sự phát triển của máy tính điện tử, việc xác định mục tiêu cụ thể của quá trình sản xuất (sản phẩm cần sản xuất, số lượng cần bao nhiêu) cũng do máy thực hiện, đây là mức độ thứ ba của tự động hóa.

KN3. Tự động hóa là quá trình dùng máy móc thay thế con người (từng phần hay toàn bộ quá trình) thực hiện chức năng điều khiển quá trình sản xuất, chức năng xác định quá trình sản xuất và chức năng xác định mục tiêu cụ thể của quá trình sản xuất. Các mức độ tự động hóa sẽ ngày càng cao và phức tạp hơn nữa, nhưng khi đó, con người sẽ càng khéo léo hơn, thông minh hơn, vì chính họ là người sáng tạo ra những máy móc phức tạp, khéo léo và thông minh này.

KN4. Hệ thống là tập hợp các đối tượng mà giữa chúng có những mối quan hệ với nhau. Khi đối tượng chịu tác động của một đối tượng bên ngoài, nó sẽ tạo nên những biến đổi tương ứng và những biến đổi này có thể tác động trở lại môi trường bên ngoài. Những biến đổi bên trong và tác động trở lại bên ngoài sẽ được gọi là phản ứng của đối tượng.

KN5. Hành vi của đối tượng là tổng các quan hệ của mọi tác động bên ngoài vào đối tượng và các phản ứng của nó.

KN6. Các tác động bên ngoài vào đối tượng được gọi là đại lượng vào hay tín hiệu vào. Sự tác động trở lại bên ngoài của đối tượng và những biến đổi bên trong có thể trực tiếp quan sát, ghi nhận được gọi là đại lượng ra hay tín hiệu ra. Sơ đồ tổng quát nêu trên hình 1.1.



Hình 1.1. Cách thể hiện tín hiệu (hay đại lượng) vào và ra.

KN7. Hệ thống điều khiển là một hệ thống mà ở đó con người và thiết bị cùng điều khiển một đối tượng.

KN8. Một hệ thống mà hành vi hoặc các đại lượng ra của nó cần tuân theo các qui định cho trước, được gọi là hệ thống điều khiển. Cần chú ý: trong một số trường hợp hệ thống được điều khiển cũng có thể gọi là hệ thống điều khiển.

KN9. Các qui định cho trước mà hành vi hoặc các đại lượng ra của hệ thống không cần tuân theo được gọi là mục tiêu điều khiển.

KN10. Nếu quan hệ giữa các đại lượng vào và ra của một đối tượng được xác định trực tiếp, không phải qua những đại lượng khác thì đối tượng đó được gọi là phần tử điều khiển. Ngoài ra phần tử điều khiển còn cho ta xác định được tín hiệu ra khi đã biết tín hiệu vào.

KN11. Cấu trúc của hệ thống là toàn bộ các mối quan hệ giữa các đối tượng để tạo nên một hệ thống.

KN12. Trạng thái của hệ thống là những giá trị nhất định tương ứng với thời gian tác động lên hệ thống, nó cùng với đầu vào để xác định hành vi tương lai của hệ thống.

KN13. Phản ánh là tính chất chung của vật chất vì các tác động từ bên ngoài vào bao giờ cũng gây ra những biến đổi ở sự vật đó.

KN14. Sự phản ánh một đối tượng, một quá trình theo một mục tiêu nhất định của con người là mô hình của đối tượng đó. Do đó một đối tượng có thể có nhiều mô hình khác nhau tùy theo mục đích lập mô hình của chúng ta.

KN15. Sự phản ánh về một đối tượng có ý nghĩa đối với mục tiêu điều khiển mà trước đó chúng ta chưa có, được gọi là thông tin. Nội dung của sự phản ánh được gọi là nội dung thông tin.

Từ đó ta thấy rằng giữa thông tin và mô hình có mối quan hệ chặt chẽ với nhau, chúng đều phản ánh có mục tiêu về một đối tượng nhất định. Sự phản ánh ở dạng mô hình thường mang tính toàn diện, hệ thống và tương đối ổn định hơn về đối tượng, còn phản ánh ở dạng thông tin thường mang tính cụ thể, từng mặt, thể hiện tính động của đối tượng.

KN16. Tín hiệu là sự thay đổi các đại lượng vật lý để thể hiện nội dung thông tin.

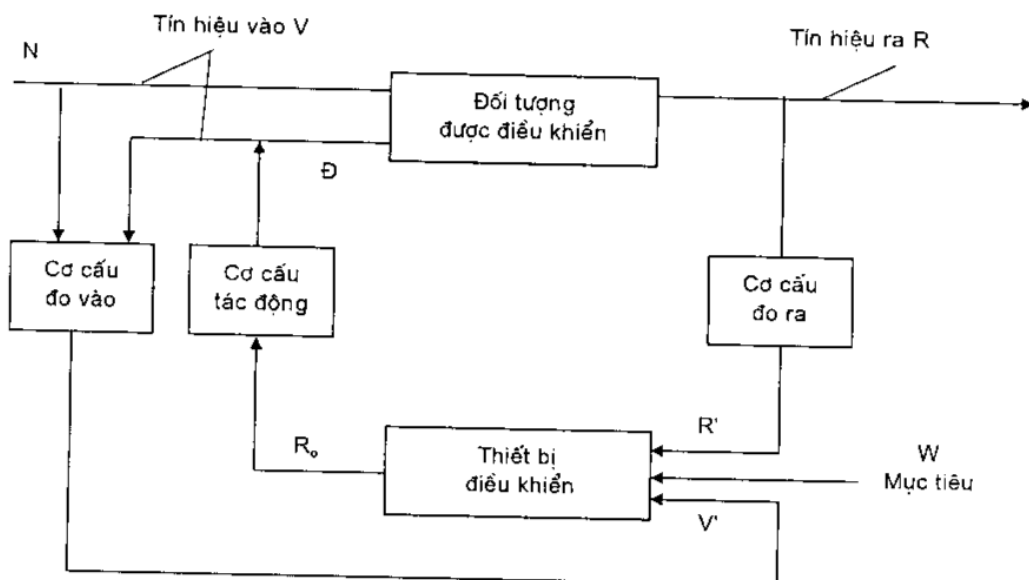
KN17. Quá trình là sự tiếp diễn các thay đổi hoặc các hoạt động.

Để điều khiển một đối tượng, một quá trình, hệ thống điều khiển bao giờ cũng có các thành phần, kết cấu và liên hệ với đối tượng được điều khiển như hình 1.2.

Các tín hiệu tác động vào đối tượng được điều khiển bao gồm tín hiệu nhiễu (N) và tín hiệu điều khiển (D).

KN18. Tín hiệu nhiễu (N) là những tín hiệu tác động vào đối tượng được điều khiển làm thay đổi hành vi hoặc tín hiệu ra của hệ, mà hệ thống điều khiển không thể làm cho chúng thay đổi được.

KN19. Tín hiệu điều khiển (Đ) là các tín hiệu tác động vào đối tượng được điều khiển và làm thay đổi hành vi hoặc tín hiệu ra của hệ, mà hệ thống điều khiển không chế được sự thay đổi của chúng.



Hình 1.2. Sơ đồ tổng quát một hệ thống điều khiển

KN20. Cơ cấu tác động là thiết bị dùng để thay đổi các đại lượng điều khiển.

KN21. Tín hiệu tác động là tín hiệu tác dụng vào cơ cấu tác động làm cho tín hiệu điều khiển thay đổi một cách có ý thức.

KN22. Thiết bị xác định giá trị của một hay nhiều đại lượng (vào, ra) và phản ánh các đại lượng đó một cách có ý thức bằng các đại lượng vật lý khác được gọi là cơ cấu đo (vào, ra). Quá trình xác định và phản ánh giá trị như thế được gọi là quá trình đo lường.

Thông qua cơ cấu đo (hình 1.2) các tín hiệu ra được phản ánh qua các tín hiệu ra R . Thông thường hai đại lượng R và V có bản chất vật lý khác nhau. Các đại lượng nhiễu (N) và điều khiển (Δ) được ký hiệu chung là V . Qua cơ cấu đo vào ta được ký hiệu V' . Thường bản chất vật lý của V' khác với V nhưng chúng tỷ lệ thuận với nhau.

Vì R tỷ lệ với R' và V tỷ lệ với V' nên chúng chỉ khác nhau với một hệ số chuyển đổi là một hằng. Do đó khi nói tới R' và V' ta thường hiểu đó là các đại lượng V và R . Các đại lượng V' và R' là phản ánh mới nhất của các đại lượng R và V . Do đó R' và V' là các thông tin về tín hiệu vào và ra. Bản thân V và R không phải là thông tin, nên cơ cấu đo vào, ra còn được gọi là khâu thu thập thông tin (vào, ra).

KN23. Thiết bị điều khiển là thiết bị dùng để xác định các đại lượng tác động