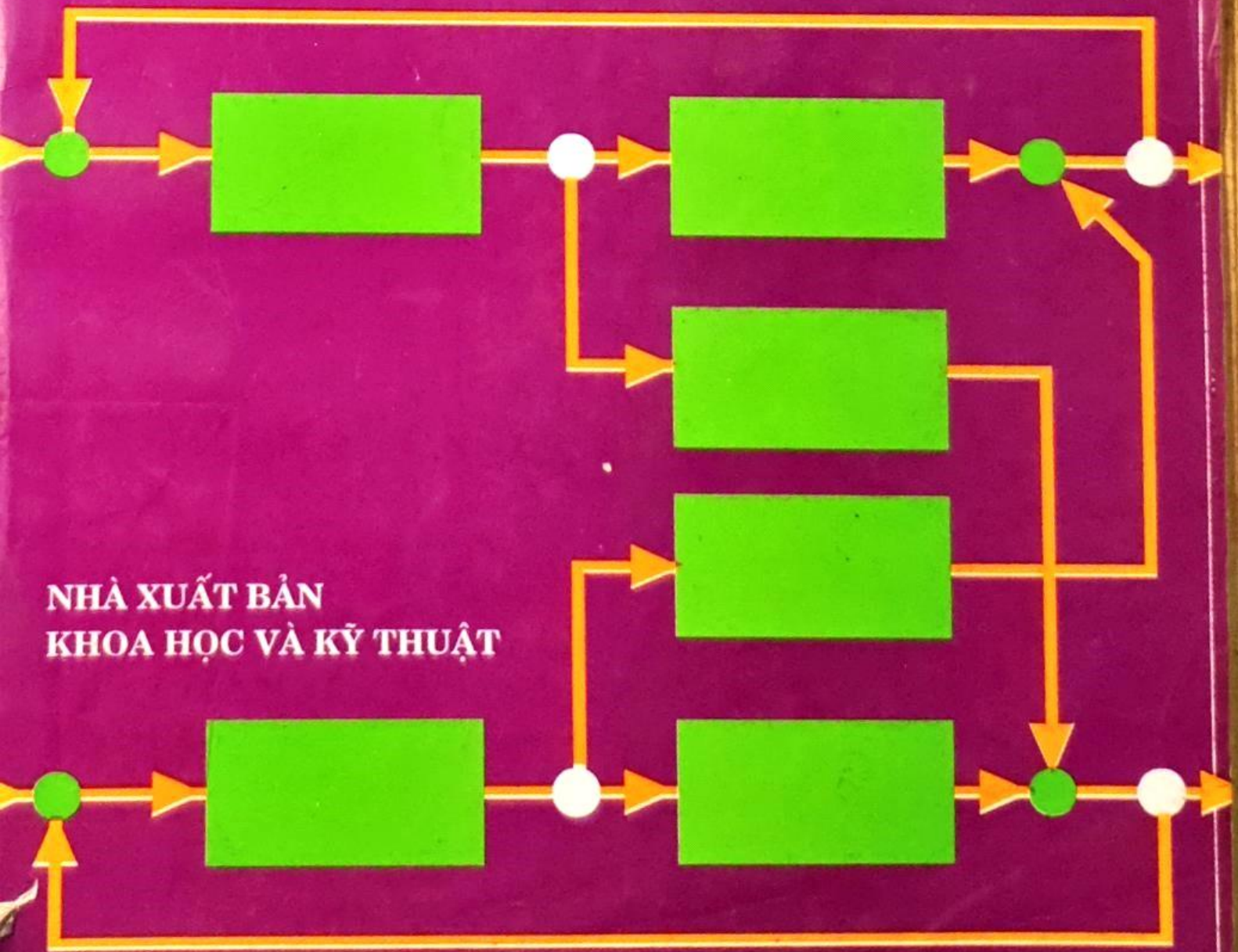


PHẠM CÔNG NGÔ

LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG



NHÀ XUẤT BẢN
KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

6/3

Ly. Pa

1

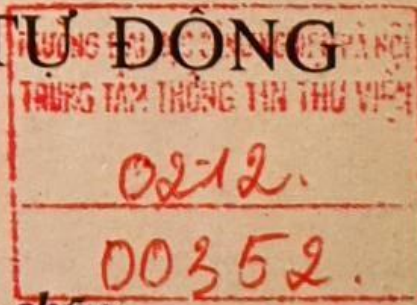
PHẠM CÔNG NGÔ



LÝ THUYẾT

ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

Tập 1



Tái bản có sửa chữa

Bổ sung các bài tập lớn, lời giải

In lần thứ 4



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 1998

LỜI NÓI ĐẦU

Lý thuyết điều khiển tự động (Đ.K.T.Đ) là phần chủ yếu của lý thuyết điều khiển. Lý thuyết Đ.K.T.Đ là kiến thức cơ sở của các ngành kỹ thuật tự động trong lĩnh vực điện tử, điện động lực, cơ khí, hàng hải và quốc phòng. Từ hội nghị lần thứ I năm 1960 của Liên đoàn điều khiển tự động quốc tế (I.F.A.C) đến nay, lý thuyết Đ.K.T.Đ đã phát triển không ngừng và tách thành nhiều hướng nghiên cứu sâu và rộng.

Những năm 1970 về trước, công cụ để nghiên cứu lý thuyết Đ.K.T.Đ còn đơn sơ. Từ 1970 đã có một sự phát triển mới, đặc biệt trong lĩnh vực điều khiển vũ trụ, công nghiệp và quốc phòng. Nhưng sang thập kỷ 80 khi kỹ thuật vi xử lý và máy tính được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu khoa học và trong các ngành kinh tế, kỹ thuật thì hướng nghiên cứu và ứng dụng của lý thuyết Đ.K.T.Đ lại chuyển qua một cuộc cách mạng mới. Đó là hướng ứng dụng điều khiển có máy tính, từ các hệ thống on-line đến các hệ thống điều khiển phân cấp có máy vi tính điều khiển.

Lý thuyết Đ.K.T.Đ là môn học được giảng dạy ngay từ khi thành lập các trường Đại học kỹ thuật ở Việt Nam. Cuốn sách này là sự đúc kết những bài giảng mà tác giả cùng các đồng nghiệp đã liên tục giảng dạy gần 30 năm qua ở các trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Bách khoa thành phố Hồ Chí Minh, Học viện Kỹ thuật Quân sự và các trường Đại học kỹ thuật khác.

Nội dung cuốn sách viết theo chương trình đào tạo của Bộ Giáo dục và Đào tạo thuộc Chương trình Nhà nước KC-01-13 do Giáo sư Nguyễn Đình Trí chủ trì.

Khi xây dựng đề cương, tác giả đã được sự cộng tác quý báu của đồng nghiệp Lê Đình Anh, người đã và đang giảng dạy Lý thuyết Đ.K.T.Đ từ 7 năm nay ở Algeria.

Để đạt được hai mục đích

- Hệ thống hóa quá trình phát triển Lý thuyết Đ.K.T.Đ chứa đựng những nguyên lý cơ bản của Điều khiển Tự động.

- Nêu lên những hướng mới của Lý thuyết Đ.K.T.Đ hiện đại, tác giả đã tham khảo những tài liệu mới nhất về Lý thuyết Đ.K.T.Đ giảng dạy ở các trường Đại học của các nước Phương Tây.

Lần tái bản này có bổ sung các chương trình tính quá trình quá độ bằng ngôn ngữ C và các bài tập lớn về lý thuyết hệ tuyến tính liên tục và hệ xung số - tối ưu nhằm hệ thống hóa kiến thức cho sinh viên làm quen với việc tính toán và thiết kế hệ thống.

Cuốn sách hoàn thành được sớm là do có sự giúp đỡ, cố vũ của giáo sư Nguyễn Đình Trí, giáo sư Phan Anh, đặc biệt sự giúp đỡ nhiệt tình của Ban biên tập sách Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Tác giả xin bày tỏ sự biết ơn sâu sắc đối với sự giúp đỡ quý báu đó. Do thời gian và khả năng có hạn, chắc rằng cuốn sách không tránh khỏi còn sai sót. Tác giả mong nhận được sự góp ý của bạn đọc và đồng nghiệp. Thư góp ý xin gửi về Bộ môn Tự động điều khiển, trường Đại học Bách khoa Hà Nội, hay Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Tác giả

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu	3
Chương 1. Mô tả toán học hệ thống điều khiển tự động	5
1-1. Các khái niệm cơ bản	5
1- 1.1. Các phần tử cơ bản của hệ thống điều khiển tự động (DKTD)	5
1- 1.2. Các nguyên tắc điều khiển cơ bản	8
1- 1.3. Phân loại các hệ thống DKTD	9
1- 1.4. Nhiệm vụ phân tích và thiết kế hệ thống	10
1-2. Phép biến đổi Laplace	11
1-3. Phép tính ma trận	16
1-4. Phương trình trạng thái, không gian trạng thái, khảo sát hệ thống trong miền thời gian	26
1- 4.1. Phương trình trạng thái dạng tổng quát	26
1- 4.2. PTTT biểu diễn bằng sơ đồ cấu trúc theo dạng toán tử Laplace	33
1- 4.3. Sơ đồ cấu trúc và graph tín hiệu để biến đổi đơn giản hóa hệ thống phức tạp	45
1- 4.4. Graph tín hiệu để xác định hàm truyền đạt hệ thống điều khiển	50
Chương 2. Đặc tính động học của các khâu và của hệ thống TĐDK khảo sát trong miền tần số	55
2-1. Khái niệm chung	55
2-2. Tín hiệu tác động vào và phản ứng của khâu (hay hệ thống) tuyến tính	56
2- 2.1. Tín hiệu tác động vào của một khâu (hay hệ thống)	56
2- 2.2. Phản ứng của một khâu (hay hệ thống)	58
2-3. Đặc tính tần số của một khâu	60
2- 3.1. Đặc tính tần số biên - pha	60
2- 3.2. Đặc tính tần số logarit	63

2-4. Phân loại các khâu động học điển hình	65
2-4.1. Các khâu bậc 1, bậc 2	65
2-4.2. Khâu vi phân	65
2-4.3. Khâu tích phân	65
2-5. Đặc tính động học của các khâu bậc 1, bậc 2	66
2-5.1. Khâu khuếch đại	66
2-5.2. Khâu quán tính bậc một	67
2-5.3. Khâu dao động	71
2-5.4. Khâu không ổn định bậc một	75
2-6. Đặc tính động học của các khâu vi phân	77
2-6.1. Khâu vi phân lý tưởng	77
2-6.2. Khâu vi phân bậc một	78
2-7. Đặc tính động học của khâu tích phân lý tưởng	79
2-8. Đặc tính động học của khâu chậm trễ	81
2-9. Đặc tính tần số của hệ thống Đ.K.T.Đ	82
Chương 3. Ổn định của hệ thống Điều khiển tự động	87
3-1. Khái niệm chung	87
3-2. Tiêu chuẩn ổn định đạo số Routh-Hurwitz	88
3-2.1. Điều kiện ổn định cần thiết của hệ thống ĐKTD	90
3-2.2. Tiêu chuẩn Routh	91
3-2.3. Tiêu chuẩn Hurwitz	96
3-3. Tiêu chuẩn ổn định tần số Nyquist-Mikhailov	
3-3.1. Tiêu chuẩn Nyquist theo đặc tính tần số logarit biên pha	97
3-3.2. Tiêu chuẩn Nyquist theo đặc tính tần số logarit	104
3-3-3. Tiêu chuẩn Nyquist theo đặc tính biên pha có khâu chậm trễ	106
3-3.4. Tiêu chuẩn ổn định Mikhailov	106
3-4. Phương pháp chia miền D	108
3-5. Phương pháp quỹ đạo nghiệm số	*
3-5.1. Đặt vấn đề	118
3-5.2. Phương pháp xây dựng quỹ đạo nghiệm số	118

3-5.3. Trình tự xây dựng quỹ đạo nghiệm số và ví dụ áp dụng	125
Chương 4. Phân tích chất lượng hệ thống điều khiển	129
4-1. Tính sai số của hệ thống ở trạng thái xác lập	
4-2. Tính quá trình quá độ hệ thống	133
4-2.1. Phương pháp số Runge-Kutta	134
4-2.2. Phương pháp số Tustin	140
4-3. Giải phương trình trạng thái	
4-3.1. Phương trình trạng thái dừng, thuần nhất	156
4-3.2. Các phương pháp xác định ma trận chuyển trạng thái (t)	159
4-3.3. Phương trình trạng thái dừng, không thuần nhất	162
4-3.4. Phương trình trạng thái hệ thống không dừng, có hệ số biến thiên theo thời gian	166
4-4. Đánh giá chất lượng hệ thống qua tiêu chuẩn tích phân	171
Chương 5. Tổng hợp hệ thống điều khiển tự động tuyến tính	178
5-1. Tổng hợp hệ thống bằng cách thay đổi thông số	178
5-2. Tổng hợp hệ thống bằng cách thay đổi cấu trúc	180
5-3. Nguyên lý bất biến và điều khiển bù	181
5-4. Thiết bị điều khiển tỉ lệ - tích phân - vi phân	184
5-5. Xác định điều kiện phân li của hệ thống nhiều chiều	187
5-6. Tính điều khiển được và quan sát được của hệ thống tuyến tính liên tục	190
Chương 6. Hệ thống điều khiển xung - số	195
6-1. Mô tả toán học hệ thống xung - số	196
6-2. Phương trình trạng thái hệ điều khiển xung - số	199
6-3. Phép biến đổi z	207
6-4. Hàm truyền đạt hệ thống xung - số	214
6-5. Tính ổn định của hệ thống xung - số	222
6-6. Tính quá trình quá độ trong hệ thống xung - số	225

6-7. Phân tích hệ thống có máy tính số	232
6-8. Điều khiển PID số	237
6-9. Tính điều khiển được và quan sát được của hệ xung - số	240
Chương 7. Hệ thống Điều khiển tự động tối ưu	244
7-1. Khái niệm chung	
7-2. Thiết lập bài toán điều khiển tối ưu	246
7-3. Các phương pháp giải bài toán tối ưu	253
7-4. Phương pháp biến phân cổ điển	255
7-5. Phương pháp quy hoạch động	261
7-6. Nguyên lý cực đại	273
7-7. Mối liên hệ giữa ba phương pháp, đặc điểm và phạm vi ứng dụng	281
7-7.1. Mối liên hệ giữa nguyên lý cực đại và phương trình Euler	
7-7.2. Mối liên hệ giữa nguyên lý cực đại và phương pháp quy hoạch động	
7-7.3. Đặc điểm và phạm vi áp dụng của các phương pháp gián tiếp	
7-8. Tổng hợp hệ thống điều khiển tối ưu	286
7-9. Tổng hợp hệ thống điều khiển gần tối ưu	293
7-10. Điều khiển tối ưu đối với phiến hàm dạng toàn phương	296
7-10.1. Điều khiển tối ưu đối với hệ thống liên tục	
7-10.2. Điều khiển tối ưu đối với hệ thống xung-số	
Các bài tập lớn	311
Phụ lục	397
Tài liệu tham khảo	