

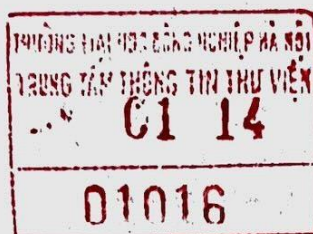
TRẦN VĂN THỊNH (Chủ biên)
HÀ XUÂN HOÀ - NGUYỄN VŨ THANH

TỰ ĐỘNG HOÁ VÀ ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN



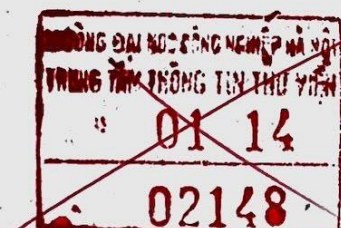
NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

TRẦN VĂN THỊNH (Chủ biên)
HÀ XUÂN HOÀ – NGUYỄN VŨ THANH



Tự động hoá và điều khiển **THIẾT BỊ ĐIỆN**

(Tái bản lần thứ hai)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

Lời nói đầu

Trong công nghiệp và dân sinh, các thiết bị điện được sử dụng rộng rãi. Các thiết bị điện rất đa dạng, sự phong phú về chủng loại cũng đồng nghĩa với sự đa dạng về điều khiển.

Trong những năm gần đây, yêu cầu về nâng cao chất lượng sản phẩm và chất lượng cuộc sống đặt ra càng ngày càng cao. Để đáp ứng các yêu cầu đó các thiết bị điện đóng một vai trò đáng kể. Việc hoàn thiện công nghệ, nâng cao chất lượng các mạch điều khiển nhằm nâng cao chất lượng các thiết bị điện là cần thiết.

Các tiến bộ khoa học kỹ thuật ngày nay, nhất là các tiến bộ trong lĩnh vực điện tử và tự động hoá có ảnh hưởng mạnh mẽ tới sự phát triển của các ngành kỹ thuật khác. Sự ra đời của các bộ biến đổi điện tử công suất với kích thước gọn nhẹ, tác động nhanh, dễ dàng ghép nối với các vi mạch điều khiển hoặc máy tính là cuộc cách mạng lớn trong điều khiển các thiết bị điện. Các thiết bị điện ngày nay, ngoài các phần truyền thống là các thiết bị điện từ, còn có thêm các phần điều khiển là các thiết bị điện tử. Phần lớn các mạch điều khiển hiện nay dùng kỹ thuật số với chương trình phần mềm linh hoạt, dùng vi xử lý dễ dàng thay đổi cấu trúc mạch điều khiển, dùng các IC điều khiển chuyên dùng. Ứng dụng mạnh mẽ các tiến bộ trên vào điều khiển các thiết bị điện đòi hỏi những hiểu biết tất yếu về các lĩnh vực này, đặc biệt là đối với các kỹ sư thiết bị điện – điện tử.

Để kịp thời đáp ứng những tiến bộ của kỹ thuật, bộ môn Thiết bị điện – Điện tử khoa Điện trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã biên soạn giáo trình "*Tự động hoá và điều khiển thiết bị điện*", đây là giáo trình bổ sung cho các giáo trình "*Máy điện*", "*Khí cụ điện*", "*Truyền động điện*", "*Điện tử công suất*"... Giáo trình do các tác giả thuộc nhóm điều khiển của bộ môn Thiết bị điện – Điện tử tổ chức biên soạn.

Giáo trình gồm 7 chương :

Chương 1 : Những khái niệm cơ bản

Chương 2 : Các phần tử trong hệ thống tự động điều khiển thiết bị điện

Chương 3 : Một số hệ thống điều khiển có tiếp điểm

Chương 4 : Điều khiển bằng mạch không tiếp điểm

Chương 5 : Điều khiển động cơ điện theo nguyên tắc tác động liên tục

Chương 6 : Ổn định nguồn cấp

Chương 7 : Điều khiển số thiết bị điện

Cuốn sách được dùng làm tài liệu học tập cho sinh viên và cao học ngành Thiết bị điện – Điện tử, cũng có thể làm tài liệu tham khảo cho những kỹ sư và các cán bộ kỹ thuật

khi nghiên cứu thiết kế, lắp đặt, sửa chữa, vận hành các thiết bị điện. Hy vọng cuốn sách giúp cho bạn đọc tìm được lời giải cần thiết khi làm việc với các thiết bị điện được điều khiển tự động.

Các tác giả bày tỏ lòng biết ơn đối với các thầy, cô giáo bộ môn Thiết bị điện – Điện tử, khoa Điện, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã khích lệ, động viên các tác giả trong quá trình biên soạn cuốn sách này.

Do vấn đề được đề cập trong giáo trình khá rộng, nên không tránh khỏi những khiếm khuyết. Các tác giả chân thành cảm ơn và trân trọng các ý kiến đóng góp của bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong lần tái bản sau. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: Bộ môn Thiết bị điện – Điện tử, khoa Điện, trường Đại học Bách khoa Hà Nội hoặc Công ty cổ phần sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

Hà Nội, ngày 23 tháng 6 năm 2008

CÁC TÁC GIẢ

Mục lục

CHƯƠNG 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN	5
1.1. Chức năng, yêu cầu của tự động điều khiển thiết bị điện	5
1.1.1. Chức năng của các mạch tự động điều khiển	5
1.1.2. Yêu cầu đối với các mạch tự động điều khiển	6
1.1.3. Mục tiêu của hệ thống tự động hóa	12
1.2. Cấu trúc của hệ thống tự động hoá	12
1.2.1. Sơ đồ cấu trúc tổng quát	12
1.2.2. Sơ đồ cấu trúc cụ thể	13
1.3. Cách thể hiện sơ đồ nguyên lý và sơ đồ lắp ráp	13
1.3.1. Cách thể hiện sơ đồ nguyên lý	13
1.3.2. Cách thể hiện sơ đồ lắp đặt	15
1.4. Phân tích và tổng hợp hệ thống	23
1.5. Một số sơ đồ mạch điển hình	24
1.5.1. Các mạch bảo vệ	24
1.5.2. Mạch liên động	27
1.5.3. Tín hiệu	28
1.5.4. Một số mạch lỗi	29
CHƯƠNG 2. CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN	31
2.1. Động cơ điện không đồng bộ	31
2.1.1. Phương trình cơ sở	31
2.1.2. Phương trình vi phân khi điều khiển tần số	33
2.1.3. Phương trình khi điều khiển điện áp	34
2.2. Động cơ điện một chiều	35
2.2.1. Động cơ điện một chiều điều khiển bằng điện áp phản ứng	35
2.2.2. Động cơ điện một chiều điều khiển từ thông	36
2.3. Động cơ bước	37
2.3.1. Cấu trúc động cơ bước	37
2.3.2. Mômen đồng bộ của động cơ bước	39
2.3.3. Quá độ của động cơ bước	41
2.4. Khuếch đại thuật toán (KĐTT)	42
2.4.1. Giới thiệu về KĐTT	42
2.4.2. Các thông số cơ bản của KĐTT	42
2.4.3. Hàm truyền của KĐTT	44
2.4.4. Các mạch cơ bản của KĐTT	47
2.4.5. Một số sơ đồ mạch phụ khác	48
2.5. Các bộ điều chỉnh	48
2.5.1. Nhiệm vụ các bộ điều chỉnh	48
2.5.2. Một số hàm cơ bản	50
2.5.3. Mạch PID	

2.6. Mạch phi tuyến dùng KĐTT	51
2.6.1. Tạo đặc tính phi tuyến	51
2.6.2. Tạo vùng không tác động	53
2.6.3. Tạo đặc tính bão hòa	53
2.6.4. Tạo đặc tính role	54
2.7. Cảm biến vị trí.....	54
2.7.1. Công tắc vị trí	55
2.7.2. Cảm biến tiệm cận	63
2.8. Cảm biến dòng điện	63
2.8.1. Cảm biến dòng điện một chiều	64
2.8.2. Cảm biến dòng điện xoay chiều	65
2.8.3. Cảm biến không dòng điện	66
2.9. Cảm biến tốc độ	66
2.9.1. Cảm biến tốc độ quay bằng tự cảm	66
2.9.2. Cảm biến tốc độ quay bằng cảm ứng	67
2.9.3. Đo tốc độ quay bằng máy phát tốc	68
2.9.4. Đo tốc độ bằng quang điện tử	69
2.10. Các loại cảm biến khác	69
2.10.1. Cảm biến nhiệt độ	70
2.10.2. Cảm biến nhiệt độ với vật liệu silic	71
2.10.3. Cặp nhiệt ngẫu	74
2.10.4. IC cảm biến nhiệt độ	74
2.11. Chuyển đổi số – tương tự và tương tự – số	74
2.11.1. Chuyển đổi số – tương tự (biến đổi D/A)	77
2.11.2. Bộ biến đổi tương tự – số (A/D)	81
CHƯƠNG 3. MỘT SỐ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CÓ TIẾP ĐIỂM	81
3.1. Các nguyên tắc cơ bản khi thiết kế mạch điều khiển tiếp điểm	81
3.1.1. Nguyên tắc thời gian	83
3.1.2. Nguyên tắc tốc độ	85
3.1.3. Nguyên tắc dòng điện	86
3.1.4. Các nguyên tắc khác	86
3.2. Điều khiển động cơ điện một chiều	86
3.2.1. Điều khiển khởi động, đảo chiều và hãm dừng động cơ	88
3.2.2. Điều khiển động cơ có điều chỉnh từ thông	90
3.3. Điều khiển động cơ điện xoay chiều	90
3.3.1. Khởi động động cơ KĐB roto lồng sóc công suất lớn	93
3.3.2. Điều khiển động cơ KĐB roto dây quấn	95
3.4. Đổi nguồn lưới dự phòng (ATS)	95
3.4.1. Khái quát	99
3.4.2. Cấu tạo chung của ATS	102
3.4.3. Phần mạch điều khiển	102
3.4.4. Ví dụ mạch điều khiển đổi nguồn lưới – máy phát	104
3.5. Điều khiển nhiệt độ	104
2.5.1. Phương pháp điều khiển	104

2.5.2. Mạch điều khiển.....	105
3.6. Bù cosφ.....	108
3.6.1. Tam giác công suất.....	108
3.6.2. Bù cosφ bằng tụ.....	108
3.7. Thiết bị bơm nước cho nhà cao tầng.....	111
3.7.1. Mô tả hoạt động.....	111
3.7.2. Cảm biến mức nước.....	111
3.7.3. Điều khiển bơm.....	111
CHƯƠNG 4. ĐIỀU KHIỂN BẰNG MẠCH KHÔNG TIẾP ĐIỂM.....	114
4.1. Hệ thống số và mã.....	114
4.1.1. Hệ thống số.....	114
4.1.2. Chuyển đổi hệ cơ số.....	117
4.1.3. Số bù một và số bù hai.....	118
4.1.4. Mã nhị phân.....	120
4.2. Đại số logic.....	122
4.2.1. Giới thiệu về đại số logic.....	122
4.2.2. Các tính chất quan trọng của đại số logic.....	123
4.2.3. Các cách biểu diễn hàm logic.....	125
4.2.4. Các cổng logic cơ bản.....	131
4.3. Phương pháp thiết kế mạch điện dùng các phần tử logic.....	133
4.3.1. Sự tương đương giữa sơ đồ mạch điện và hàm logic.....	133
4.3.2. Sử dụng bảng chân lý, bảng Cacho để thiết kế mạch logic.....	136
4.3. Một số sơ đồ điều khiển có nhớ.....	138
4.3.1. Mạch chốt R-S.....	138
4.3.2. Mạch R-S có 3 đầu vào.....	138
4.3.3. Mạch chốt D.....	139
4.3.4. Thiết kế mạch tạo trễ bằng các phần tử số.....	140
4.3.5. Chuyển đổi từ sơ đồ dùng tiếp điểm sang sơ đồ dùng các phần tử logic.....	140
4.3.6. Chuyển đổi từ lưu đồ thuật toán sang dùng các phần tử logic.....	142
4.4. Điều khiển bằng LOGO.....	149
4.4.1. Tổng quát về LOGO!.....	149
4.4.2. Lựa chọn cách thức lập chương trình.....	149
4.4.3. Tập lệnh.....	150
4.4.4. Lập trình bằng phần mềm.....	150
4.4.5. Giao diện phần mềm.....	150
4.4.6. Trình tự thiết kế bài toán trong LOGO!.....	151
4.4.7. Khảo sát ví dụ điều khiển máy khoan cần đã cho trong bài 4.3.....	151
4.5. Điều khiển bằng PLC.....	152
4.5.1. Tổng quan về PLC.....	152
4.5.2. Nguyên lý làm việc của PLC.....	153
4.5.3. Lựa chọn ngôn ngữ lập trình.....	154
4.5.4. Tập lệnh.....	155
4.5.5. Giao diện phần mềm.....	155
4.5.6. Trình tự thực hiện bài toán trong PLC.....	156
4.5.7. Ví dụ lập trình trên PLC.....	156

CHƯƠNG 5. ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN THEO NGUYÊN TẮC TÁC ĐỘNG LIÊN TỤC	160
5.1. Các chỉ tiêu điều khiển	160
5.1.1. Các chỉ tiêu tĩnh	160
5.1.2. Các chỉ tiêu động	161
5.1.3. Nâng cao ổn định tĩnh của hệ thống	162
5.2. Đặc tính tĩnh của các khâu phản hồi động cơ điện một chiều	164
5.2.1. Khâu phản hồi điện áp	164
5.2.2. Đặc tính tĩnh của khâu phản hồi dương dòng điện	166
5.2.3. Hệ thống với phản hồi tốc độ	168
5.2.4. Chế độ tĩnh của hệ thống nhiều phản hồi	169
5.2.5. Đặc tính tĩnh của khâu phản hồi âm dòng điện	171
5.2.6. Đặc tính máy xúc – chế độ tĩnh của hệ thống có ngắt	172
5.3. Ổn định động của hệ thống điều khiển động cơ điện một chiều	175
5.3.1. Đặc tính động của các khâu phản hồi	175
5.3.2. Đặc tính của hệ thống điều khiển phụ thuộc	182
5.4. Lựa chọn hệ thống điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều	192
5.5. Điều khiển động cơ KĐB bằng tần số	198
5.5.1. Khái quát các hệ truyền động xoay chiều thay đổi tần số	198
5.5.2. Điều khiển động cơ KĐB bằng thay đổi tần số	201
5.5.3. Cơ sở lý thuyết điều khiển hướng trường (điều khiển tựa theo từ thông)	203
5.5.4. Các phương pháp điều khiển hướng trường (điều khiển tựa theo từ thông)	209
5.6. Điều khiển động cơ bước	218
5.6.1. Khái quát chung	218
5.6.2. Điều khiển dòng điện I và điện áp U cấp cho cuộn dây stato	219
5.6.3. Điều khiển tốc độ quay động cơ bước	224
5.6.4. Đảo chiều động cơ bước	224
CHƯƠNG 6. ỔN ĐỊNH NGUỒN CẤP	226
6.1. Ổn định điện áp máy phát điện xoay chiều	226
6.1.1. Nguyên lý ổn áp máy phát	226
6.1.2. Sự đa dạng của mạch kích từ	228
6.1.3. Ổn định điện áp máy phát	230
6.1.4. Ví dụ mạch ổn áp	234
6.1.5. Mạch mỗi kích từ	237
6.2. Ổn áp xoay chiều	238
6.2.1. Ổn áp một pha bằng biến áp tự ngẫu	238
6.2.2. Ổn áp kiểu bù	242
6.2.3. Mạch ổn áp sắt từ	243
6.3. Điều khiển thiết bị nguồn lưới liên tục	244
6.3.1. Khái quát về UPS	244
6.3.2. Cấu tạo UPS	247

CHƯƠNG 7. ĐIỀU KHIỂN SỐ	259
7.1. Hệ thống số và chuyển đổi z	259
7.1.1. Quá trình lấy mẫu tín hiệu	259
7.1.2. Chuyển đổi z	262
7.1.3. Hàm truyền xung và cách biến đổi sơ đồ khối	267
7.2. Các đặc tính của đáp ứng đầu ra theo thời gian của hệ thống	272
7.2.1. So sánh đáp ứng miền thời gian (ảnh hưởng của T đến ổn định hệ thống)	272
7.2.2. Khảo sát chất lượng ở miền thời gian	274
7.2.3. Ánh xạ mặt phẳng s vào mặt phẳng z	276
7.2.4. Hệ số tắt dần và tần số riêng trên miền z	277
7.2.5. Dùng công thức tìm hệ số tắt dần và tần số riêng	279
7.3. Khảo sát ổn định hệ thống	280
7.3.1. Tìm nghiệm phương trình đặc trưng	280
7.3.2. Điều kiện ổn định Jury	281
7.3.3. Tiêu chuẩn Routh – Hurwitz	283
7.3.4. Phương pháp quỹ đạo nghiệm số	284
7.3.5. Tiêu chuẩn Nyquist	288
7.3.6. Biểu đồ Bode	290
7.4. Thiết kế bộ điều khiển gián đoạn (số)	292
7.4.1. Các bộ điều khiển số	293
7.4.2. Bộ điều khiển PID	299
7.5. Hiện thực hóa bộ điều khiển	305
7.5.1. Cấu trúc trực tiếp	305
7.5.2. Cấu trúc điều khiển kiểu phân tầng (Cascade Realization)	309
7.5.3. Cấu trúc song song	311
7.5.4. Hiện thực hóa bộ điều khiển PID	312
7.5.5. Chọn chu kỳ lấy mẫu	315
Phụ lục 1. Ký hiệu các phần tử	316
Phụ lục 2. Hàm truyền các phần tử	319
Phụ lục 3. Hàm truyền một số khâu hiệu chỉnh	321
Tài liệu tham khảo	323
Mục lục	324