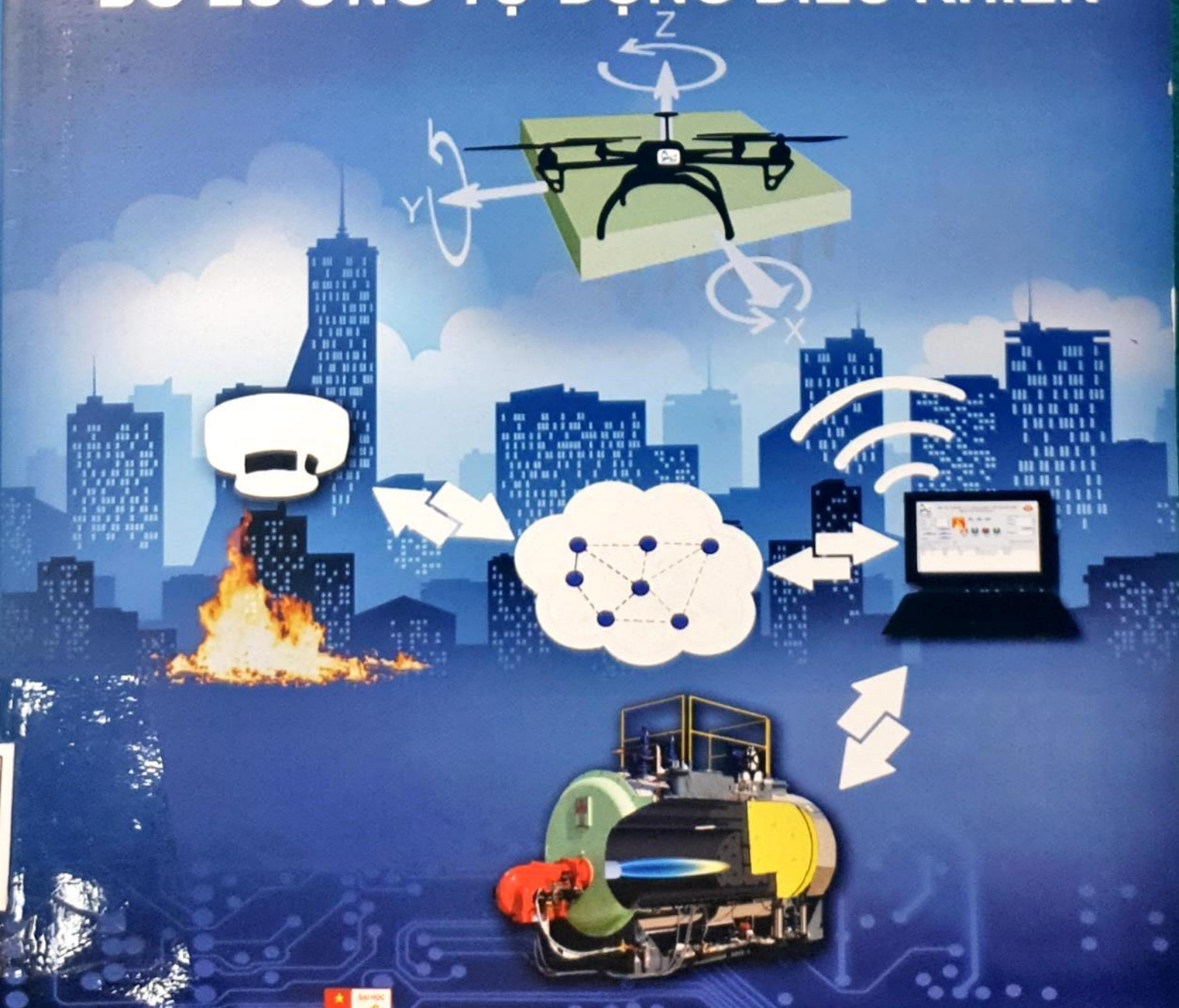


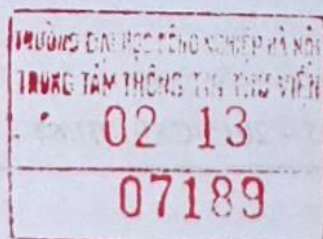
PHẠM VĂN TUÂN (Chủ biên)
HÀN TRỌNG THANH, ĐỖ TRỌNG TUẤN

KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

PHẠM VĂN TUÂN (Chủ biên)
HÀN TRỌNG THANH, ĐỖ TRỌNG TUẤN



KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN

(Xuất bản lần thứ hai, có sửa chữa và bổ sung)



DENSO MANUFACTURING VIETNAM CO., LTD

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình **Kỹ thuật đo lường tự động điều khiển** được biên soạn nhằm phục vụ cho việc học tập của sinh viên đại học thuộc các ngành kỹ thuật điện tử – viễn thông. Cuốn sách cũng có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các ngành kỹ thuật khác có sử dụng kỹ thuật đo lường tự động điều khiển như một phương pháp để nghiên cứu khoa học, sử dụng khai thác kỹ thuật của ngành mình.

So với cuốn giáo trình **Cơ sở kỹ thuật Đo lường điện tử** đã được xuất bản trước đây ở trường Đại học Bách Khoa Hà Nội – là một cuốn sách trình bày về lý thuyết nhằm cung cấp cho sinh viên những khái niệm ban đầu về các phương pháp và các dụng cụ đo lường các đại lượng vật lý cũng như việc ứng dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật trong kỹ thuật đo lường, thì cuốn giáo trình **Kỹ thuật đo lường tự động điều khiển** là cuốn sách mang tính ứng dụng thực tiễn cao nhằm giúp cho sinh viên và các độc giả quan tâm có đủ kiến thức để hiểu rõ về các hệ thống thiết bị đo lường tự động điều khiển trên thực tế, để từ đó có khả năng tự thiết kế chế tạo cho mình những hệ thống thiết bị đo lường tự động điều khiển.

Nói về sự phát triển của kỹ thuật Đo lường điện tử nói chung và kỹ thuật Đo lường tự động điều khiển nói riêng, trước hết phải nói về những thay đổi cơ bản của các thiết bị đo có sử dụng các bộ vi xử lý (Microprocessors). Vi xử lý đã trở thành bộ phận chủ yếu cấu thành của các thiết bị đo. Việc áp dụng bộ vi xử lý vào các thiết bị điện tử nói chung cũng như các hệ thống thiết bị đo lường tự động điều khiển nói riêng đã làm tăng tính năng, thông số của các thiết bị lên rất nhiều; đã mở ra cách giải quyết các vấn đề mà trước kia chưa được đặt ra. Có bộ vi xử lý làm cho thiết bị đo đa chức năng, đơn giản hoá việc điều khiển, tự động điều chỉnh, tự động lấy chuẩn, tự động kiểm tra, làm tăng thêm độ tin cậy của các thông số phép đo, thực hiện tính toán, xử lý thống kê kết quả và đưa ra các thao tác điều khiển ngày càng phức tạp và chính xác; tức là đã tạo được thiết bị đo lường tự động điều khiển theo chương trình cài đặt sẵn SPC – Stored Programme Control.

Đo lường tự động điều khiển có thể coi là một ngành kỹ thuật có phạm vi rất rộng, được ứng dụng rộng rãi trong cuộc sống từ những thiết bị vật dụng phục vụ cuộc sống trong gia đình cho đến những hệ thống thiết bị sản xuất trong công nghiệp với trình độ kỹ thuật tinh vi và quy mô lớn. Nhưng để có thể hiểu nguyên lý hoạt động và từ đó thiết kế chế tạo các thiết bị đo lường tự động điều khiển, cần có một kiến thức rất vững chắc liên quan đến nhiều lĩnh vực trong kỹ thuật điện tử. Tham vọng của tác giả là làm thế nào có thể gói gọn được cả phạm vi rộng lớn nói trên vào những vấn đề rất cơ bản và cách trình bày phải thể hiện được các nguyên tắc truyền thống cũng như cập nhật được các nguyên tắc hoàn toàn mới vào trong cuốn sách của mình.

Môn học Đo lường tự động điều khiển được giảng dạy cho sinh viên Viện Điện tử – Viễn thông – Đại học Bách Khoa Hà Nội từ nhiều năm nay, theo thông tin phản hồi và việc đánh giá khách quan của các sinh viên và cựu sinh viên đã cho thấy: môn học này hết sức thiết thực với những bài tập thiết kế lắp ráp chế tạo ra những sản phẩm mẫu, quy mô nhỏ đã giúp cho các sinh viên sau khi ra trường nhanh chóng tiếp cận được những sản phẩm, những hệ thống đo lường tự động điều khiển lớn.

Để đáp ứng nhu cầu thực tế trên, cuốn giáo trình **Kỹ thuật Đo lường tự động điều khiển** đã được xuất bản. Cuốn sách được chia làm bốn phần với 12 chương:

Chương 1 – Giới thiệu tổng quan về hệ thống đo lường tự động điều khiển.

Phần I – Khối cảm biến và chuẩn hóa tín hiệu với các chương 2, 3, 4.

Phần II – Khối xử lý gồm các chương từ 5 đến 8.

Phần III – Khối điều khiển và cơ cấu chấp hành gồm các chương 9, 10 và 11.

Phần IV – Ứng dụng thiết kế sản phẩm đo lường tự động điều khiển được trình bày trong chương 12.

Với mong muốn truyền đạt kiến thức cho sinh viên, nhóm tác giả đã dựa vào kiến thức khoa học, kinh nghiệm giảng dạy, kinh nghiệm tiếp xúc với nhiều hệ thống đo lường tự động điều khiển ngoài thực tế để biên soạn cuốn giáo trình này.

Trong quá trình hoàn thiện giáo trình, các tác giả cảm ơn sự cộng tác trợ giúp rất đắc lực và có hiệu quả của các kỹ sư: Đỗ Quang Ngọc, Phạm Văn Biên, Nguyễn Đức Quảng và các thành viên thuộc phòng nghiên cứu ASE-LAB cùng với sự động viên cổ vũ của các đồng nghiệp trong Viện Điện tử – Viễn Thông, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Tuy nhiên, do trình độ và thời gian có hạn nên giáo trình có thể còn nhiều hạn chế thiếu sót. Mong bạn đọc và sinh viên khi học và đọc giáo trình có thể cập nhật thêm những kiến thức mới ở các tài liệu tham khảo khác hoặc liên hệ với thực tế trong công việc của mình để hoàn thiện thêm kiến thức về tự động đo lường điều khiển.

Mọi ý kiến đóng góp xin liên hệ với nhóm tác giả – Bộ môn Điện tử Hàng không Vũ trụ – Viện Điện tử – Viễn thông – Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Số điện thoại liên hệ: 04 – 38692242, số Fax: 04 – 38692241.

Tác giả chủ biên

Phạm Văn Tuấn

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	3
Chương 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐO LƯỜNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN.....	11
1.1. Đo lường tự động	11
1.1.1. Khái niệm đo lường tự động	11
1.1.2. Vai trò và ứng dụng.....	11
1.2. Đo lường tự động điều khiển.....	11
1.2.1. Khái niệm đo lường tự động điều khiển.....	11
1.2.2. Vai trò và ứng dụng.....	13

PHẦN I – KHỐI CẢM BIẾN VÀ CHUẨN HÓA TÍN HIỆU

Chương 2. CẢM BIẾN VÀ CÁC THÔNG SỐ CẢM BIẾN	14
2.1. Khái niệm	14
2.2. Phân loại các bộ cảm biến	15
2.2.1. Theo nguyên lý chuyển đổi giữa đáp ứng và kích thích.....	15
2.2.2. Theo dạng kích thích	15
2.2.3. Theo tính năng các bộ cảm biến.....	16
2.2.4. Theo phạm vi sử dụng	16
2.2.5. Theo thông số của mô hình mạch tương đương	16
2.3. Các đặc trưng cơ bản của bộ cảm biến	17
2.3.1. Hàm truyền.....	17
2.3.2. Độ lớn của tín hiệu vào	18
2.3.3. Sai số và độ chính xác	18
2.4. Căn chuẩn các bộ cảm biến.....	19
2.4.1. Căn chuẩn đơn giản	20
2.4.2. Căn chuẩn nhiều lần	20
2.5. Nhiễu trong các bộ cảm biến và mạch đo	20
2.5.1. Nhiễu nội tại	20
2.5.2. Nhiễu truyền dẫn	21
2.6. Cảm biến thông minh	22
2.6.1. Sự ra đời các cảm biến thông minh	22
2.6.2. Vi điện tử hóa các chuyển đổi sơ cấp.....	23
2.6.3. Cấu trúc của cảm biến thông minh.....	24
2.6.4. Một số ví dụ về cảm biến thông minh	25

2.7. Một số loại cảm biến thông dụng.....	26
2.7.1. Cảm biến nhiệt độ	26
2.7.2. Cảm biến quang.....	26
2.7.3. Các loại cảm biến khác.....	27
Chương 3. CHUẨN HÓA TÍN HIỆU	28
3.1. Khái niệm	28
3.2. Các đặc tính cơ bản của mạch chuẩn hóa tín hiệu.....	29
3.2.1. Chức năng và phạm vi làm việc	29
3.2.2. Sai số.....	29
3.2.3. Đặc tính động	30
3.2.4. Công suất tiêu thụ.....	30
3.3. Mạch tỷ lệ	30
3.4. Mạch khuếch đại.....	34
3.4.1. Mạch khuếch đại lặp lại	34
3.4.2. Mạch khuếch đại đo lường	35
3.4.3. Mạch khuếch đại điều chế.....	35
3.4.4. Mạch khuếch đại cách ly.....	36
3.5. Mạch xử lý và tính toán.....	37
3.5.1. Mạch cộng.....	37
3.5.2. Mạch trừ	38
3.5.3. Mạch nhân.....	38
3.5.4. Mạch chia	40
3.5.5. Mạch tích phân.....	41
3.5.6. Mạch vi phân.....	42
3.6. Mạch so sánh	43
3.6.1. Bộ so sánh các tín hiệu khác dấu bằng KĐTT mắc theo mạch một đầu vào.....	43
3.6.2. Bộ so sánh các tín hiệu cùng dấu bằng KĐTT mắc theo mạch hai đầu vào.....	44
3.6.3. Mạch so sánh hai mức	45
3.6.4. Mạch so sánh cực đại	46
3.6.5. Mạch cầu đo	46
3.6.6. Mạch điện thế kế	47
3.7. Mạch tạo hàm.....	47
3.7.1. Mạch tạo hàm bằng biến trở.....	47
3.7.2. Mạch tạo hàm bằng điốt bán dẫn.....	48
3.7.3. Mạch tạo hàm lôgarit.....	49

Chương 4. CÁC BỘ BIẾN ĐỔI ADC VÀ DAC.....	51
A – BỘ BIẾN ĐỔI ADC.....	51
4.1. Cơ sở lý thuyết	51
4.2. Các tham số cơ bản.....	52
4.2.1. Dải biến đổi.....	52
4.2.2. Độ chính xác của bộ chuyển đổi ADC.....	52
4.2.3. Tốc độ chuyển đổi.....	53
4.3. Nguyên tắc làm việc của ADC	53
4.4. Các phương pháp chuyển đổi tương tự – số.....	54
4.4.1. Phương pháp chuyển đổi nối tiếp theo mã nhị phân	54
4.4.2. Chuyển đổi AD nối tiếp dùng vòng hồi tiếp.....	55
4.4.3. Chuyển đổi AD theo phương pháp đếm đơn giản.....	56
4.4.4. Chuyển đổi AD theo phương pháp song song – nối tiếp kết hợp.....	57
4.4.5. Chuyển đổi AD phi tuyến.....	58
B – CÁC BỘ BIẾN ĐỔI DAC	59
4.5. Biến đổi số – tương tự.....	59
4.5.1. Chuyển đổi DA bằng phương pháp điện trở theo nguyên lý mã BCD.....	59
4.5.2. Mạch biến đổi DAC dùng mạng điện trở có trọng số khác nhau	60
4.5.3. Mạch biến đổi DAC dùng mạng điện trở hình thang	62
4.5.4. Đặc tính kỹ thuật của mạch biến đổi DAC.....	62

PHẦN II – KHỐI XỬ LÝ

Chương 5. VI XỬ LÝ VÀ CÁC HỆ VI XỬ LÝ	65
5.1. Sự phát triển của các bộ vi xử lý	65
5.1.1. Thế hệ 1 (1971 – 1973)	65
5.1.2. Thế hệ 2 (1974 – 1977)	65
5.1.3. Thế hệ 3 (1978 – 1982)	65
5.1.4. Thế hệ 4 (1983 – nay)	66
5.2. Cấu trúc và hoạt động của một bộ vi xử lý.....	68
5.2.1. Khối xử lý trung tâm	68
5.2.2. Bộ nhớ.....	69
5.2.3. Khối phối ghép với các thiết bị ngoại vi	69
5.2.4. Bus hệ thống.....	69
5.3. Kiến trúc phần cứng của vi xử lý 8088.....	70
5.3.1. Cấu trúc bên trong	70
5.3.2. Kiến trúc phần mềm	71
5.3.3. Thanh ghi cờ.....	74

5.3.4. Tập lệnh và các chế độ địa chỉ của vi xử lý 8088.....	75
5.4. Ghép nối vi xử lý 8088 với bộ nhớ.....	79
5.4.1. Giới thiệu sơ đồ chân tín hiệu của vi xử lý 8088.....	79
5.4.2. Các chế độ làm việc của vi xử lý 8088.....	81
5.4.3. Mạch tạo xung nhịp 8284.....	82
5.4.4. Phân kênh để tách thông tin và việc đệm cho các bus.....	84
5.4.5. Biểu đồ thời gian các lệnh đọc ghi của vi xử lý 8088	85
5.4.6. Ghép nối vi xử lý 8088 với bộ nhớ.....	87
5.4.7. Ghép nối để tăng dung lượng bộ nhớ	90
5.5. Tập lệnh Assembly cho vi xử lý 8088.....	100
5.5.1. Nhóm lệnh chuyển dữ liệu	100
5.5.2. Nhóm lệnh chuyển địa chỉ.....	100
5.5.3. Nhóm lệnh chuyển thanh ghi cờ.....	100
5.5.4. Nhóm lệnh chuyển dữ liệu qua cổng.....	100
5.5.5. Nhóm lệnh điều khiển chương trình.....	101
5.5.6. Lệnh so sánh.....	101
5.5.7. Nhóm lệnh lặp	101
5.5.8. Lệnh gọi chương trình con	101
5.5.9. Nhóm lệnh tính toán số học.....	101
5.5.10. Nhóm lệnh tính toán logic.....	102
5.5.11. Nhóm lệnh dịch và quay bit	102
5.5.12. Nhóm lệnh xử lý chuỗi.....	103
Chương 6. VI ĐIỀU KHIỂN VÀ CÁC HỆ PHÁT TRIỂN CỦA VI ĐIỀU KHIỂN.....	104
6.1. Giới thiệu chung.....	104
6.1.1. Khái niệm	104
6.1.2. Những yêu cầu để lựa chọn một bộ vi điều khiển	105
6.1.3. Các tiêu chuẩn lựa chọn một bộ vi điều khiển	105
6.2. Các hệ phát triển của vi điều khiển.....	105
6.2.1. Họ vi điều khiển 8051 của Intel	105
6.2.2. Họ vi điều khiển AVR của Atmel	107
6.2.3. Họ vi điều khiển PIC.....	110
6.2.4. FPGA (Field Programable Gate Aray).....	112
6.2.5. Giới thiệu kiến trúc RISC và so sánh với kiến trúc CISC	115
6.3. Bộ vi điều khiển PIC16F887	117
Chương 7. ĐIỀU KHIỂN LOGIC KHẢ TRÌNH PLC.....	122
7.1. Tổng quan.....	122
7.1.1. PLC (Programable Logic Control)	122
7.1.2. Ưu điểm của PLC	123
7.1.3. Cấu trúc hệ điều khiển PLC	123

7.1.4. Phần mềm lập trình PLC	125
7.1.5. Nguyên tắc hoạt động của họ PLC	126
7.2. Khối vào ra	126
7.2.1. Khối vào rời rạc	126
7.2.2. Khối ra rời rạc	128
7.2.3. Khối vào ra một chiều	128
7.2.4. Các khối vào ra đặc biệt	129
7.3. Tổ chức bộ nhớ và cấu trúc dữ liệu	130
7.3.1. Tổ chức bộ nhớ	130
7.3.2. Cấu trúc dữ liệu	130
7.3.3. Truy cập đến các vùng dữ liệu	133
7.4. Thiết kế hệ điều khiển logic dùng PLC	134
7.4.1. Các bước thiết kế hệ logic điều khiển PLC	134
7.4.2. Lập trình cho PLC	134
7.5. Một số ví dụ về sử dụng PLC	143
Chương 8. PC VÀ ỨNG DỤNG CỦA PC TRONG ĐO LƯỜNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN	149
8.1. Khái niệm	149
8.2. Vai trò của máy tính trong thực tế	150
8.3. Các cách giao tiếp của PC	151
8.3.1. Giao tiếp qua cổng nối tiếp	151
8.3.2. Giao tiếp qua cổng USB	156

PHẦN III – KHỐI ĐIỀU KHIỂN VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH

Chương 9. MẠCH ĐIỀU KHIỂN	158
9.1. Khái niệm	158
9.2. Các linh kiện điện tử công suất và cách mắc mạch ứng dụng	158
9.2.1. Diode công suất	159
9.2.2. Transistor công suất (BST)	162
9.2.3. Transistor trường, MOSFET	166
9.2.4. Transistor có cực điều khiển cách ly, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)	168
9.2.5. Thyristor	172
9.2.6. Triac	181
9.3. Các phần tử và linh kiện bảo vệ dùng trong mạch đo lường tự động điều khiển	183
9.3.1. Mạch khuếch đại cách ly	183
9.3.2. Rơle	185
9.3.3. Thiết bị đóng – cắt không tiếp điểm	186
Chương 10. CƠ CẤU CHẤP HÀNH	188

10.1. Khái niệm	188
10.2. Biến đổi điện năng – cơ năng	188
10.2.1. Động cơ bước	188
10.2.2. Động cơ một chiều	200
10.2.3. Động cơ xoay chiều	212
10.3. Biến đổi điện năng – nhiệt năng	223
10.4. Biến đổi điện năng – quang năng	223
10.5. Cơ cấu truyền động	224
10.5.1. Dẫn động điện	224
10.5.2. Dẫn động khí nén	224
10.5.3. Dẫn động thủy lực	224
Chương 11. MẠCH NGUỒN CUNG CẤP	225
11.1. Khái niệm và phân loại	225
11.2. Biến áp nguồn và chỉnh lưu	225
11.2.1. Mạch chỉnh lưu nửa sóng	226
11.2.2. Mạch chỉnh lưu toàn sóng	227
11.2.3. Mạch bội áp	230
11.2.4. Khâu lọc trong các bộ chỉnh lưu	230
11.3. Ổn áp	231
11.3.1. Mạch ổn áp dùng diode Zener	231
11.3.2. Mạch ổn áp dùng diode Zener với vòng lặp emitter ở đầu ra	233
11.3.3. Mạch ổn áp dùng IC ổn áp	234
 PHẦN IV – ỨNG DỤNG THIẾT KẾ SẢN PHẨM ĐO LƯỜNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN	
Chương 12. THIẾT KẾ CÁC SẢN PHẨM ĐO LƯỜNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN	236
12.1. Bài toán thiết kế 1	236
12.1.1. Phân tích	236
12.1.2. Sơ đồ mạch nguyên lý lắp ráp và mạch in	252
12.1.3. Mã nguồn	253
12.2. Bài toán thiết kế 2	264
12.2.1. Phân tích	264
12.2.2. Kiến trúc hệ thống	265
12.3. Phụ lục mã nguồn	289
12.3.1. Chương trình vi điều khiển PIC18F26K20	289
12.3.2. Phần mềm trung tâm C#	298
TÀI LIỆU THAM KHẢO	303
Chỉ mục	304