
Sumário

Capítulo 1		
Introdução	1	
1.1 Mecatrônica	1	
1.2 Sistemas de medidas	5	
1.3 Exemplos de projeto com atuadores	6	
		2.10.4 Soldagem 56
		2.10.5 O osciloscópio 60
		2.10.6 Aterramento e interferência elétrica 63
		2.10.7 Segurança em sistemas elétricos 66
Capítulo 2		
Circuitos e componentes elétricos	13	
2.1 Introdução	14	
2.2 Elementos elétricos básicos	16	
2.2.1 Resistor	16	
2.2.2 Capacitor	21	
2.2.3 Indutor	22	
2.3 Leis de Kirchhoff	24	
2.3.1 Circuito de resistências em série	27	
2.3.2 Circuito de resistências em paralelo	28	
2.4 Fontes de tensão e corrente e instrumentos de medida	32	
2.5 Circuitos equivalentes de Thévenin e Norton	37	
2.6 Análise de circuitos de corrente alternada	39	
2.7 Potência em circuitos elétricos	46	
2.8 Transformador	48	
2.9 Casamento de impedância	49	
2.10 Considerações práticas	52	
2.10.1 Informação sobre os capacitores	52	
2.10.2 Conselhos sobre breadboard e montagem de protótipos	54	
2.10.3 Medição de tensão e corrente	56	
		Capítulo 3
		Semicondutores eletrônicos
		75
		3.1 Introdução 76
		3.2 Física dos semicondutores como base para o entendimento dos dispositivos eletrônicos 76
		3.3 Diodo de junção 77
		3.3.1 Diodo zener 83
		3.3.2 Reguladores de tensão 87
		3.3.3 Diodos optoeletrônicos 89
		3.3.4 Análise de circuitos com diodo 90
		3.4 Transistor de junção bipolar 92
		3.4.1 Física do transistor bipolar 92
		3.4.2 Circuito com transistor emissor comum 94
		3.4.3 Chave com transistor bipolar 99
		3.4.4 Encapsulamentos de transistores bipolares 101
		3.4.5 Transistor Darlington 102
		3.4.6 Fototransistor e optoisolador 102
		3.5 Transistores de efeito de campo 104
		3.5.1 Comportamento dos transistores de efeito de campo 105
		3.5.2 Símbolos que representam transistores de efeito de campo 108
		3.5.3 Aplicações dos MOSFETs 109

Capítulo 4

Respostas dos sistemas 119

4.1	Respostas dos sistemas	120
4.2	Linearidade de amplitude	120
4.3	Representação de Fourier para sinais	122
4.4	Largura de banda e resposta em frequência	126
4.5	Linearidade de fase	131
4.6	Distorção de sinais	132
4.7	Características dinâmicas de um sistema	133
4.8	Sistemas de ordem zero	134
4.9	Sistemas de primeira ordem	136
4.9.1	Testes experimentais de um sistema de primeira ordem	138
4.10	Sistemas de segunda ordem	139
4.10.1	Resposta ao degrau em um sistema de segunda ordem	143
4.10.2	Resposta em frequência de um sistema	145
4.11	Analogia na modelagem de sistemas	152

Capítulo 5

Processamento analógico de sinais utilizando amplificadores operacionais 163

5.1	Introdução	164
5.2	Amplificadores	164
5.3	Amplificadores operacionais	166
5.4	Modelo ideal para o amplificador operacional	166
5.5	Amplificador inversor	169
5.6	Amplificador não inversor	171
5.7	Somador	175
5.8	Amplificador diferencial ou subtrator	175

5.9	Amplificador de instrumentação	177
5.10	Integrador	179
5.11	Diferenciador	181
5.12	Circuitos <i>sample and hold</i> (amostrador-retentor)	182
5.13	Comparador	182
5.14	O AOP Real	183
5.14.1	Parâmetros importantes do data sheet de um AOP	185

Capítulo 6*

Circuitos digitais 199

6.1	Introdução	200
6.2	Representações digitais	200
6.3	Lógica combinacional e classes lógicas	204
6.4	Diagramas de tempo	207
6.5	Álgebra Booleana	208
6.6	Desenvolvimento de redes lógicas	210
6.6.1	Descrição do problema	210
6.6.2	Declaração “quase-lógica”	211
6.6.3	Escrevendo as expressões Booleanas	211
6.6.4	Compreendendo a operação AND	212
6.6.5	Desenhando o diagrama do circuito	212
6.7	Obtendo uma expressão booleana por meio de uma tabela verdade	213
6.8	Lógica sequencial	216
6.9	Flip-flops	216
6.9.1	Acionamento de flip-flops	218
6.9.2	Entradas assíncronas	220
6.9.3	Flip-flop do tipo D	221
6.9.4	Flip-flop do tipo JK	222

*Este capítulo está disponível apenas online no site www.grupoa.com.br. Procure pelo livro e clique em Conteúdo online.

6.10	Aplicações de flip-flops	224
6.10.1	Chave <i>debouncing</i>	224
6.10.2	Registradores de dados	225
6.10.3	Contador binário e divisor de frequências	226
6.10.4	Interfaces seriais e paralelas	226
6.11	Circuitos integrados TTL e CMOS	228
6.11.1	Utilizando as fichas técnicas de CIs (data sheets)	230
6.11.2	Configurações das saídas de um CI digital	232
6.11.3	Interfaceamento de dispositivos CMOS e TTL	234
6.12	Circuitos integrados digitais dedicados para fins específicos	237
6.12.1	Contador de décadas	237
6.12.2	Circuito Schmitt trigger	241
6.12.3	Temporizador 555	242
6.13	Projeto de um sistema com circuitos integrados	246
6.13.1	Simbologia digital padrão IEEE	250

Capítulo 7

Programação de microcontroladores e interfaces **259**

7.1	Microprocessadores e microcomputadores	260
7.2	Microcontroladores	263
7.3	Microcontrolador PIC16F84	266
7.4	Programando um PIC	270
7.5	PicBasic Pro	276
7.5.1	Fundamentos de programação do PicBasic Pro	276
7.5.2	Exemplos de programação com o PicBasic Pro	282
7.6	Utilizando interrupções	297
7.7	Interfaceamento com periféricos comuns PIC	301
7.7.1	Teclado numérico	301
7.7.2	Display LCD	304

7.8	Interfaceamento para dispositivos de entrada e saída	309
7.8.1	Entradas digitais no PIC	311
7.8.2	Saídas digitais no PIC	311
7.9	Metodologia para criar um sistema baseado em microcontroladores	312
7.10	Considerações práticas	339
7.10.1	Procedimento para depurar projetos de PIC	339
7.10.2	Opções de fontes de alimentação para projeto de PIC	340
7.10.3	Características de bateria	342
7.10.4	Outras considerações sobre prototipagem e desenvolvimento de projetos	345

Capítulo 8

Aquisição de dados **349**

8.1	Introdução	350
8.2	Teoria da quantização	354
8.3	Conversão analógico-digital	355
8.3.1	Introdução	355
8.3.2	Conversores analógico-digital	359
8.4	Conversão digital-analógico	362
8.5	Instrumentação virtual, aquisição de dados e controle	366
8.6	Considerações práticas	368
8.6.1	Introdução à programação em LabVIEW	368
8.6.2	Cartão de aquisição USB 6009	370
8.6.3	Criando uma VI e amostrando uma música	372

Capítulo 9

Sensores **378**

9.1	Introdução	379
9.2	Medição de posição e velocidade	379
9.2.1	Sensores de proximidade e chaves	380
9.2.2	Potenciômetro	382

9.2.3	<i>Transformador diferencial de variação linear (LVDT)</i>	383	10.6	Motores de passo	456
9.2.4	<i>Encoder óptico digital</i>	386	10.6.1	<i>Circuitos de acionamento do motor de passo</i>	463
9.3	Medição de tensão mecânica (<i>stress</i>) e deformação (<i>strain</i>)	394	10.7	Selecionando um motor	466
9.3.1	<i>Strain gage de resistência elétrica</i>	395	10.8	Hidráulicos	471
9.3.2	<i>Medindo variações de resistência com uma ponte de Wheatstone</i>	399	10.8.1	<i>Válvulas hidráulicas</i>	473
9.3.3	<i>Medindo diferentes estados de tensão mecânica com strain gages (extensômetros)</i>	403	10.8.2	<i>Atuadores hidráulicos</i>	476
9.3.4	<i>Medição de força com células de carga</i>	407	10.9	Pneumáticos	477
9.4	Medição de temperatura	410			
9.4.1	<i>Termômetro de líquido em vidro</i>	411			
9.4.2	<i>Lâmina bimetálica</i>	411			
9.4.3	<i>Termômetro de resistência elétrica</i>	411			
9.4.4	<i>Termopar</i>	412			
9.5	Medição de vibração e aceleração	417			
9.5.1	<i>Acelerômetro piezoelétrico</i>	424			
9.6	Medições de pressão e vazão	428			
9.7	Sensores semicondutores e dispositivos microeletromecânicos	428			
Capítulo 10					
Atuadores		434	Capítulo 11*		
10.1	Introdução	435	Sistemas mecatrônicos – arquiteturas de controle e estudos de caso		
10.2	Princípios eletromagnéticos	435			481
10.3	Solenoides e relés	436	11.1	Introdução	482
10.4	Motores elétricos	438	11.2	Arquiteturas de controle	482
10.5	Motores CC	444	11.2.1	<i>Circuitos analógicos</i>	482
10.5.1	<i>Equações de motores elétricos CC</i>	447	11.2.2	<i>Circuitos digitais</i>	483
10.5.2	<i>Equações dinâmicas de motores CC de ímã permanente</i>	448	11.2.3	<i>Controladores Lógicos Programáveis</i>	483
10.5.3	<i>Controle eletrônico de um motor CC de ímã permanente</i>	450	11.2.4	<i>Microcontroladores e DSPs</i>	485
			11.2.5	<i>Computadores de placa única</i>	486
			11.2.6	<i>Computadores pessoais</i>	486
			11.3	Introdução à teoria de controle	486
			11.3.1	<i>Motor CC controlado pela armadura</i>	487
			11.3.2	<i>Resposta em malha aberta</i>	489
			11.3.3	<i>Controle realimentado de um motor CC</i>	490
			11.3.4	<i>Projeto empírico de um controlador</i>	494
			11.3.5	<i>Implementação do controlador</i>	495
			11.3.6	<i>Conclusão</i>	497
			11.4	Estudo de caso 1 – braço robótico controlado mioeletricamente	497
			11.5	Estudo de caso 2 – desenvolvimento de um sistema mecatrônico de um contador de moedas	510
			11.6	Estudo de caso 3 – desenvolvimento de um sistema mecatrônico de robô articulado	520
			11.7	Lista de vários sistemas mecatrônicos	525

*Este capítulo está disponível apenas online no site www.grupoa.com.br. Procure pelo livro e clique em Conteúdo online.

Apêndice A

Fundamentos de medidas	527
A.1 Sistema de unidade	527
A.1.1 Sistema de unidade	529
A.1.2 Fatores de conversão	531
A.2 Algarismos significativos	532
A.3 Estatísticas	534
A.4 Análise de erro	537
A.4.1 Regras para se estimar os erros	538

Apêndice B*

Princípios físicos	541
---------------------------	------------

Apêndice C*

Mecânica dos materiais	547
C.1 Relações entre tensão mecânica e deformação	547

Índice	551
---------------	------------

*Este capítulo está disponível apenas online no site www.grupoa.com.br. Procure pelo livro e clique em Conteúdo online.