

ÍNDICE

PREFÁCIO	vii
1 INTRODUÇÃO	3
1.1 Motivação	3
1.2 Definição de Sensor e Atuador	4
1.3 Domínios e Fenómenos Físicos	9
1.4 Classificação de Sensores e Atuadores	10
1.5 Características dos Sensores e Atuadores	13
1.6 Exercícios	26
2 MICRO E NANOTECNOLOGIA	35
2.1 Introdução	37
2.2 Fabricação	38
2.3 Exemplos de Aplicações	46
2.4 Exercícios	49
3 BASEADOS NO CAMPO ELÉTRICO	51
3.1 Força, Campo e Tensão Elétrica	53
3.2 Conceito de Capacidade	55
3.3 Sensor de Deslocamento Capacitivo	59
3.4 Sensor de Aceleração Capacitivo	64
3.5 Sensor de Velocidade Angular – Giroscópio	67
3.6 Sensor de Impressão Digital Capacitivo	70
3.7 Altifalante Eletrostático	71
3.8 Atuador Eletrostático MEMS	72
3.9 Exercícios	74
4 BASEADOS NA RESISTÊNCIA ELÉTRICA	79
4.1 Conceito de Resistência Elétrica	81
4.2 Sensores de Deslocamento Potenciométricos	83
4.3 Dependência da Resistividade com a Temperatura e Humidade	86

4.4	Detetor de Temperatura Resistivo	89
4.5	Termístor	96
4.6	Sensor de Temperatura Integrado	99
4.7	Dependência da Resistência com a Deformação	101
4.8	Extensômetro	104
4.9	Exercícios	112
5	BASEADOS NO CAMPO MAGNÉTICO	115
5.1	Propriedades Magnéticas dos Materiais	117
5.2	Conceito de Campo Magnético	117
5.3	Força de Origem Magnética	118
5.4	Motor de Passo	118
5.5	Efeito de Hall	134
5.6	Sensor de Deslocamento Utilizando o Efeito de Hall	136
5.7	Magnetorresistência	138
5.8	Magnetostricção	139
5.9	Sensor de Binário Magnetostritivo	140
5.10	Sensor de Deslocamento Linear Indutivo de Entreferro Variável	141
5.11	Transformador Diferencial de Variação Linear (LVDT)	146
5.12	Sensor Angular de Deslocamento (Microsyn)	152
5.13	Imagiologia por Ressonância Magnética	153
5.14	Exercícios	180
6	BASEADOS EM FENÓMENOS MECÂNICOS	185
6.1	Efeito Piezoelétrico	187
6.2	Acelerômetro	191
6.3	Sensor de Temperatura Piezoelétrico	196
6.4	Ondas Acústicas	198
6.5	Transdutor de Ultrassons	203
6.6	Medida da Distância Usando Ultrassons (Ecografia, SONAR, etc.)	206
6.7	Atuadores por Fluidos	215
6.8	Exercícios	226

7	BASEADOS EM FENÓMENOS TÉRMICOS	229
7.1	Efeito de Thomson	231
7.2	Efeito de Peltier	233
7.3	Efeito de Seebeck	236
7.4	Termopar	236
7.5	Célula de Peltier	241
7.6	Efeito de Joule	247
7.7	Atuador Térmico de Guckel	248
7.8	Anemómetro de Fio Quente	248
7.9	Exercícios	250
8	BASEADOS NA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA	251
8.1	Grandezas e Unidades Utilizadas	253
8.2	Eletroluminescência	260
8.3	Efeito Fotovoltaico	261
8.4	Led	263
8.5	Iluminação Usando LED	266
8.6	Painel de Cristais Líquidos	267
8.7	Painel OLED	270
8.8	Fotorresistência	271
8.9	Fotodíodo	272
8.10	Pirómetro	282
8.11	Fonte de Raios-X	283
8.12	Medida do Oxigénio Sanguíneo com um Oxímetro de Pulso	284
8.13	Rato Ótico para Computador	286
8.14	Consola de Jogos Wii	287
8.15	Tomografia Computorizada	288
8.16	Ecrã Multitato	294
8.17	Sistema de Posicionamento Global (GPS)	295
8.18	Exercícios	304
9	BASEADOS EM FENÓMENOS QUÍMICOS	307
9.1	Introdução	309
9.2	Reações de Redução e Oxidação	310

9.3	Célula Galvânica	311
9.4	Sensor Potenciométrico	313
9.5	Sonda Lambda	314
9.6	Sensor Amperimétrico	319
9.7	ChemFET	320
9.8	Biossensores	321
9.9	Exercícios	323
10	REDES DE SENSORES E ATUADORES	325
10.1	Introdução	327
10.2	Aplicações	327
10.3	Organização	330
10.4	Energia	334
10.5	Comunicação	335
10.6	Exercícios	338
11	RESUMO	339
11.1	Medida de Deslocamento	342
11.2	Medida de Temperatura	345
11.3	Medida de Força	348
11.4	Condicionamento de Sinal	353
11.5	Exercícios	362
12	GUIAS DE LABORATÓRIO	365
12.1	Ultrassons	367
12.2	Sensor de Temperatura Inteligente e Módulo de Peltier	369
12.3	Motor de passo	370
12.4	Led e Fotodíodo	372
12.5	Efeito de Hall e Motor DC	374
12.6	Acelerómetro e Servomotor	375
	REFERÊNCIAS	377