Obsah

Označení proměnných, konstant a operátorů 9

1 Základy elektrotechniky a elektroniky

1.1 Fyzikální veličiny 11
1.1.1 Fyzikální pole 11
1.1.2 Hmotnost a síla 11
1.1.3 Základní veličiny, jednotky a odvozené jednotky 12
1.1.4 Síla jako příklad vektoru 13
1.1.5 Práce 13
1.1.6 Energie 14

1.2 Základní elektrotechnické veličiny a pojmy 15
1.2.1 Elektrický náboj 15
1.2.2 Elektrické napětí 15
1.2.3 Elektrický proud 16
1.2.4 Elektrický odpor 18
1.2.5 Ohmův zákon 18
1.2.6 Elektrický odpor a teplota 20
1.2.7 Proudová hustota 21
1.2.8 Konstrukční provedení rezistorů 21
1.2.8.1 Pevné rezistory 21
1.2.8.2 Proměnné rezistory 23
1.2.8.3 NTC-termistory 23
1.2.8.4 PTC- termistory (pozistory) 24
1.2.8.5 Napěťově závislé rezistory (varistory) 24
1.2.9 Nebezpečí úrazu elektrickým proudem 25
1.2.10 Nadproudové jističe 27

1.3 Základní elektrické obvody 28
1.3.1 Orientační šipky 28
1.3.2 Sériové zapojení 29
1.3.3 Paralelní zapojení 31
1.3.4 Smíšená zapojení 32
1.3.4.1 Dělič napětí 33
1.3.4.2 Rozšíření měřicího rozsahu ampérmetru 34
1.3.4.3 Určení odporu měřením proudu a napětí 35

1.4 Výkon, práce, teplo 37
1.4.1 Elektrický výkon 37
1.4.2 Elektrická práce 39
1.4.3 Mechanický výkon 40
1.4.4 Účinnost 40
1.4.5 Teplota a teplo 42
1.4.6 Přenos tepla 43
1.4.7 Výkonová hyperbola 45

1.5 Zdroj elektrického napětí 46
1.5.1 Způsoby vzniku elektrického napětí 46
1.5.2 Zatížený zdroj elektrického napětí 47
1.5.3 Přizpůsobení zátěže zdroji elektrického napětí .48
1.5.4 Spojování zdrojů napětí 50
1.5.5 Princip náhradního zdroje 51

1.6 Střídavé napětí a střídavý proud 52

1.7 Elektrické napětí a elektrické pole 59
1.7.1 Elektrické pole 59
1.7.2 Kondenzátor (kapacitor) 61
1.7.3 Spojování kondenzátorů 64
1.7.4 Kondenzátor v obvodu stejnosměrného proudu 65
1.7.5 Konstrukční provedení kondenzátorů 66

1.8 Elektrický proud a magnetické pole 70
1.8.1 Magnetické pole 70
1.8.2 Elektromagnetické konstrukční prvky 79
1.8.2.1 Elektromagnety 79
1.8.2.2 Relé 79
1.8.3 Elektrický proud v magnetickém poli 81
1.8.4 Indukce elektrického napětí 84
1.8.5 Cívka v obvodu stejnosměrného proudu 89
1.8.6 Konstrukční provedení cívek 90

1.9 Elektrický proud v pevných látkách 92
1.9.1 Pásový energetický (energiový) model atomu 92
1.9.2 Elektrický proud v kovech 93
1.9.3 Elektrický proud v polovodičích 93
1.9.3.1 Pásový model a krystalová struktura 93
1.9.3.2 Vlastní vodivost polovodičů 93
1.9.3.3 Poruchová vodivost polovodičů 94
1.9.4 Polovodičové diody 96
1.9.4.1 Závěrná vrstva diody 96
1.9.4.2 Kapacita závěrné vrstvy 96
1.9.4.3 Závěrný a propustný směr diody 97
1.9.4.4 Průraz závěrné vrstvy 99
1.9.4.5 Konstrukční provedení polovodičových diod 100
1.9.4.6 Zapouzdření a označení polovodičových diod 102
1.9.4.7 Fotodiody a fotočlánky 103
1.9.4.8 Luminiscenční diody a optočleny 105
1.9.5 Pracovní bod 107

1.10 Technika zapojování a analýza funkce obvodů 109
1.10.1 Podklady pro zapojování obvodů 109
1.10.2 Obvody se spínači 110
1.10.3 Logické funkce 110
1.10.4 Obvody se stykači 112
1.10.5 Obvody s časovými spínači 114

1.11 Materiály 115
1.11.1 Model atomu 115
1.11.2 Periodická soustava prvků 116
1.11.3 Chemické vazby 116
1.11.4 Elektrochemie 118
1.11.5 Kyseliny, zásady a soli 119
1.11.6 Normované třídy oceli a litiny 119
1.11.7 Koroze 120
1.11.8 Vodivé materiály 121
1.11.9 Vodiče a kabely 122
1.11.10 Pájky a tavidla 123
1.11.11 Izolanty 124

2 Přehled elektrotechniky a elektroniky

2.1 Jalové odpory (reaktance) ve střídavých obvodech 125
2.1.1 Reaktance kondenzátoru (kapacitance) 125

2.1.2 Reaktance cívky (induktance) ... 126
2.1.3 Spojování cívek ... 127

2.2 Obvody RC a obvody RL ... 128
2.2.1 Sériové spojení činného a jalového odporu ... 128
2.2.2 Paralelní spojení činného a jalového odporu ... 130
2.2.3 Ztráty v kondenzátoru ... 131
2.2.4 Ztráty v cívce ... 132
2.2.5 Tvarování impulzů ... 133
2.2.6 Filtrační obvody RC a RL ... 136

2.3 Kmitavé obvody ... 140
2.3.1 Kmitání a rezonance ... 140
2.3.2 Sériový kmitavý obvod ... 141
2.3.3 Paralelní kmitavý obvod ... 142
2.3.4 Rezonanční kmitočet ... 143
2.3.5 Šířka pásma a jakost kmitavého obvodu ... 144

2.4 Výkony střídavého proudu ... 145
2.4.1 Činný výkon ... 145
2.4.2 Jalový výkon a zdánlivý výkon ... 145
2.4.3 Fázorový diagram výkonů ... 146
2.4.4 Účiník ... 147
2.4.5 Výkon trojfázového proudu ... 148
2.4.5.1 Vznik trojfázového proudu ... 148
2.4.5.2 Zapojení do hvězdy ... 149
2.4.5.3 Zapojení do trojúhelníku ... 150
2.4.5.4 Skladba výkonu trojfázového proudu ... 151
2.4.6 Kompenzace jalového výkonu ... 152

2.5 Transformátory ... 153
2.5.1 Základní pojmy a princip činnosti ... 153
2.5.2 Konstrukce transformátoru ... 153
2.5.3 Ideální transformátor ... 154
2.5.4 Skutečný transformátor při běhu naprázdno ... 156
2.5.5 Skutečný transformátor při zatížení ... 158
2.5.6 Specielní transformátory ... 160

2.6 Další polovodičové součástky ... 162
2.6.1 Specielní polovodičové diody ... 162
2.6.1.1 Zenerovy diody ... 162
2.6.1.2 Shottkyho diody ... 163
2.6.1.3 Laserové diody ... 163
2.6.2 Bipolární tranzistory ... 164
2.6.3 Unipolární tranzistory (FET) ... 171
2.6.4 Tyrystory ... 177
2.6.5 Integrované obvody (IO) ... 181

2.7 Elektrický proud ve vakuu a v plynech ... 183
2.7.1 Elektronky ... 183
2.7.2 Výbojky plněné plynem ... 185
2.7.3 Vakuové fotonky a fotonásobiče ... 188

2.8 Napájení elektronických obvodů ... 189
2.8.1 Napájecí síťový zdroj ... 189
2.8.2 Usměrňovač ... 189
2.8.3 Zapojení usměrňovačů ... 190
2.8.4 Usměrňovače s nastavitelným napětím ... 193
2.8.5 Vyhlazení usměrněného napětí ... 194
2.8.6 Stabilizace usměrněného napětí a proudu ... 196
2.8.7 Příklad návrhu síťového zdroje ... 200

2.9 Zesilovače ... 202
2.9.1 Základní pojmy ... 202
2.9.2 Zesilovače s bipolárními tranzistory ... 206
2.9.2.1 Základní zapojení zesilovačů ... 206
2.9.2.2 Pracovní bod zesilovače ... 207
2.9.2.3 Zapojení se společným emitorem ... 208
2.9.2.4 Vazby mezi zesilovacími stupni ... 211
2.9.2.5 Záporná zpětná vazba ... 211
2.9.2.6 Komplementární zapojení zesilovačů ... 212
2.9.3 Zesilovače s tranzistory FET ... 214
2.9.4 Operační zesilovače ... 217
2.9.4.1 Parametry operačních zesilovačů ... 217
2.9.4.2 Vnitřní zapojení operačních zesilovačů ... 218
2.9.4.3 Chování operačních zesilovačů ... 218
2.9.4.4 Základní odvody s operačními zesilovači ... 220
2.9.5 Budicí zesilovače ... 225

2.10 Oscilátory a klopné obvody ... 226
2.10.1 Generátor sinusových kmitů ... 226
2.10.2 Elektronický spínač ... 228
2.10.3 Astabilní multivibrátor (generátor obdélníkových pulzů) ... 229
2.10.4 Generátor pilových kmitů ... 230
2.10.5 Bistabilní klopný obvod ... 231
2.10.6 Monostabilní klopný obvod ... 232
2.10.7 Prahový přepínač ... 233

2.11 Měřicí přístroje ... 234
2.11.1 Princip ručkového měřidla ... 234
2.11.2 Ručková měřidla ... 235
2.11.3 Měřená hodnota a přesnost měření ... 236
2.11.4 Označování a vlastnosti ručkových měřicích přístrojů ... 236
2.11.5 Univerzální měřicí přístroje (multimetry) ... 237
2.11.6 Specielní měřicí přístroje ... 239
2.11.7 Osciloskop ... 240
2.11.7.1 Konstrukce a princip činnosti osciloskopu ... 240
2.11.7.2 Obsluha osciloskopu ... 241
2.11.7.3 Měření pomocí osciloskopu ... 242
2.11.7.4 Vícevstupové osciloskopy ... 245
2.11.7.5 Paměťové osciloskopy ... 246

2.12 Bezpečnostní opatření ... 247
2.12.1 Bezpečnostní předpisy ... 247
2.12.2 Druhy ochran elektrických předmětů ... 249
2.12.3 Ochrany nezávislé na rozvodné síti ... 250
2.12.4 Ochrany závislé na rozvodné síti ... 252
2.12.5 Revize stavu elektrických zařízení ... 255
2.12.6 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci a požární ochrana ... 255
2.12.7 Značky jakosti elektrických předmětů a zařízení ... 256

3 Číslicová technika

3.1 Úvod do číslicové techniky ... 257
3.1.1 Dvojková číselná soustava ... 257
3.1.2 Základy Boolovy algebry ... 258
3.1.3 Základní logické obvody ... 261
3.1.4 Druhy výstupů logických obvodů ... 268
3.1.5 Rodiny číslicových obvodů ... 269
3.1.6 Kombinační logické obvody a Karnaughovy mapy ... 271
3.1.6.1 Pravdivostní tabulky ... 271
3.1.6.2 Sestavení Karnaughovy mapy ... 272
3.1.7 Dvojkové kódy ... 274
3.1.7.1 BCD-kódy ... 274
3.1.7.2 Grayův kód ... 275

3.1.7.3 Čárové kódy 275
3.1.8 Využití kombinačních logických obvodů 277
3.1.9 Rychlost, zatížitelnost a spotřeba logických obvodů 280
3.1.10 Parametry logických integrovaných obvodů ..281

3.2 Sekvenční logické obvody 282
3.2.1 Binární paměť 282
3.2.2 Realizace klopného obvodu 282
3.2.3 Asynchronní klopné obvody 284
3.2.4 Synchronní klopné obvody 285
3.2.5 Monostabilní klopné obvody a zpožďovací členy 290
3.2.6 Synchronní čítač 291
3.2.6.1 Pravdivostní tabulka a časový diagram čítače 291
3.2.6.2 Určení logické funkce z pravdivostní tabulky 291
3.2.6.3 Čítače s T-klopnými obvody 292
3.2.6.4 Čítače s JK-klopnými obvody 294
3.2.7 Čítače s integrovanými obvody 298
3.2.8 Asynchronní čítače 300
3.2.9 Synchronní posuvný registr 302
3.2.10 Čítač s převodníkem kódu 305
3.2.11 Dělič kmitočtu 307
3.2.12 Příklad logického řízení světelných semaforů 308

3.3 Aplikace číslicové techniky 310
3.3.1 Řízení krokových motorů 310
3.3.2 Programovatelné logické integrované obvody 312
3.3.2.1 Struktura a programování programovatelných logických obvodů 312
3.3.2.2 Programovatelná hradlová (logická) pole PAL 313
3.3.2.3 Programovatelná logická pole PLA 316
3.3.2.4 Paměti PROM 316
3.3.2.5 Paměti EPROM 317
3.3.3 Aritmetické jednotky 319
3.3.3.1 Poloviční a úplná jednobitová sčítačka 319
3.3.3.2 Paralelní aritmetické jednotky 320
3.3.3.3 Sériové aritmetické jednotky 322

3.4 DA převodník a AD převodník 325
3.4.1 Digitálně-analogový převodník 325
3.4.2 Analogově digitální převodník 326
3.4.2.1 AD převodník okamžité vstupní hodnoty 326
3.4.2.2 AD převodník integrované vstupní hodnoty 328

4 Zpracování dat

4.1 Konstrukce a funkce osobního počítače 330
4.1.1 Části osobního počítače 330
4.1.2 Uvedení PC do provozu 334
4.1.2.1 Instalace počítače 334
4.1.2.2 Start PC 334
4.1.2.3 Restart PC 335

4.2 Reprezentace dat v počítači 336
4.2.1 Hexadecimální a oktálová reprezentace čísel 336
4.2.2 Reprezentace alfanumerických znaků 337
4.2.3 Reprezentace čísel v pevné a pohyblivé řádové čárce 338

4.3 Typy a skladba počítačových systémů 340
4.3.1 Typy počítačů 340
4.3.2 Okruhy úloh řešených pomocí počítačů 342
4.3.3 Spojování počítačů 342

4.4 Mikropočítače 343
4.4.1 Skladba mikropočítače 343
4.4.2 Mikroprocesor 344
4.4.2.1 Struktura mikroprocesoru 344
4.4.2.2 Vývody mikroprocesoru 346
4.4.2.3 Realizace instrukcí mikroprocesoru 347
4.4.3 Procesory Intel 80×86 348
4.4.3.1 Popisy jednotlivých procesorů 348
4.4.3.2 Registry procesorů Intel 80×86 350
4.4.3.3 Provozní režimy procesorů Intel 80×86 352
4.4.3.4 Systém přerušení procesorů Intel 80×86 353
4.4.3.5 Soubor instrukcí procesoru Intel 80×86 355
4.4.4 Procesory Pentium 356
4.4.5 Procesor MC 68020 358
4.4.6 Správa paměti 362
4.4.6.1 Způsoby adresování 362
4.4.6.2 Správa paměti typu FIFO 363
4.4.6.3 Správa paměti typu zásobník, LIFO 364
4.4.6.4 Virtuální správa paměti 365
4.4.7 Rozhraní pro vstupy a výstupy 367
4.4.7.1 Paralelní porty 367
4.4.7.2 Sériové porty 368
4.4.8 Mikrokontroléry 370
4.4.8.1 Funkce a použití mikrokontrolérů 370
4.4.8.2 Mikrokontroléry typů 805×× 370
4.4.8.3 Systémy s mikrokontroléry 375
4.4.9 Vývoj programů 376
4.4.9.1 Jednotlivé fáze vytváření programů 376
4.4.9.2 Programování mikrokontrolérů 378
4.4.9.3 Programování procesorů pro počítače 382
4.4.9.4 Vyšší programovací jazyky 386
4.4.10 Specielní procesory a mikrokontroléry 389
4.4.10.1 Signální procesory 389
4.4.10.2 Grafické procesory 391

4.5 Operační systémy počítačů 397
4.5.1 Typy operačních systémů 397
4.5.2 MS-DOS 398
4.5.3 Operační systém Windows 98 402
4.5.4 Systémové programy operačního systému 405

4.6 Paměti 407
4.6.1 RAM 407
4.6.2 ROM 409
4.6.3 Adresování pamětí 410
4.6.4 Přístup do paměti 411
4.6.5 Disková paměť, pevný disk (hard disk, HD) 412
4.6.6 Disketové jednotky 414
4.6.7 Optické paměti 415
4.6.8 Paměti pro zálohování dat 417
4.6.9 Čipové karty 419

4.7 Vstupní a výstupní zařízení počítače 421
4.7.1 Vstupní zařízení 421
4.7.1.1 Klávesnice 421
4.7.1.2 Obrazovkové ukazovací systémy 421
4.7.1.3 Digitalizační tablet 423

4.7.1.4 Skener ... 424
4.7.2 Výstupní zařízení ... 424
4.7.2.1 Tiskárny ... 424
4.7.2.2 Monitory počítačů ... 427
4.7.3 Rozhraní pro vstupní a výstupní zařízení počítače ... 429
4.7.3.1 Funkce a typy rozhraní ... 429
4.7.3.2 Sériová rozhraní ... 430
4.7.3.3 Rozhraní Centronics ... 432
4.7.3.4 Rozhraní SCSI ... 433

4.8 Přenos dat ... 434
4.8.1 Chování vedení při vysokých kmitočtech ... 434
4.8.2 Modulace a demodulace ... 436
4.8.2.1 Analogové modulace ... 436
4.8.2.2 Digitální modulace (číslicová modulace) ... 439
4.8.2.3 Demodulace ... 443
4.8.3 Přenos signálové směsi v multiplexním režimu ... 445
4.8.3.1 Časově multiplexní režim ... 445
4.8.3.2 Další způsoby multiplexního přenosu ... 447
4.8.4 Datové sítě ... 448
4.8.4.1 Základní pojmy ... 448
4.8.4.2 Topologie sítí a přístup účastníků do sítě ... 449
4.8.4.3 Přenosová rychlost číslicových dat ... 450
4.8.4.4 Ethernet ... 451
4.8.4.5 Sítě ATM ... 454
4.8.4.6 Sítě CAN ... 456
4.8.4.7 Aktor-sensor-interface ASI ... 458
4.8.4.8 PROFIBUS, PROFIBUS -DP ... 459
4.8.4.9 Interbus-S ... 460
4.8.4.10 Zabezpečení dat při přenosu ... 461
4.8.5 Přenos dat po paralelní sběrnici ... 462
4.8.5.1 Sběrnice IEC (IEEE 488) ... 462
4.8.5.2 Systémové sběrnice PC ... 463
4.8.6 Přenos dat v telekomunikační síti ... 464
4.8.7 Datové sítě pro rozvody signálů v budovách ... 468
4.8.8 Internet ... 476

4.9 Programování v programovacích jazycích ... 482
4.9.1 Pojmy z oblasti programování ... 482
4.9.2 Programování v jazyce Visual Basic ... 483
4.9.2.1 Vlastnosti jazyka ... 483
4.9.2.2 Projekty, formuláře, moduly ... 484
4.9.2.3 Deklarace proměnných a polí ... 484
4.9.2.4 Strukturované příkazy ... 485
4.9.2.5 Textová okna, zaškrtávací políčka a tlačítka ... 487
4.9.2.6 Roletový seznam (Combo-Box) ... 490
4.9.2.7 Lišty nabídek ... 492
4.9.2.8 Operátory a matematické funkce ... 495
4.9.3 Programování v jazyce PASCAL ... 497
4.9.3.1 Základy programování ... 497
4.9.3.2 Deklarace ... 498
4.9.3.3 Strukturované příkazy ... 499
4.9.3.4 Standardní funkce a operátory ... 503
4.9.3.5 Procedury a funkce ... 504
4.9.3.6 Typy deklarací a pole ... 506
4.9.4 Programování v jazyce C++ ... 509
4.9.4.1 Struktura zdrojového programu ... 509
4.9.4.2 Vývoj programu v jazyce C++ ... 509
4.9.4.3 Deklarace ... 510
4.9.4.4 Funkce pro vstup a výstup ... 512
4.9.4.5 Operátory a výrazy ... 514
4.9.4.6 Podmíněné příkazy ... 515
4.9.4.7 Příkazy cyklu ... 517
4.10 Databázové systémy a tabulkové kalkulátory ... 519
4.10.1 Databázový systém Access ... 519
4.10.2 Tabulkové kalkulátory ... 523

4.11 Zabezpečení a ochrana dat ... 525
4.11.1 Opatření k zabezpečení dat ... 525
4.11.2 Opatření proti neoprávněnému přístupu k datům ... 527
4.11.3 Ochrana před počítačovými viry ... 529
4.11.4 Zákonná ochrana dat ... 530

5 Měření, řízení a regulace

5.1 Elektronická měření ... 531
5.1.1 Druhy sensorů ... 531
5.1.2 Sensory měnící svůj elektrický odpor ... 532
5.1.3 Indukční snímače ... 538
5.1.4 Kapacitní snímače ... 541
5.1.5 Aktivní snímače ... 541
5.1.6 Snímače elektrických veličin ... 546
5.1.7 Rušení na měřicím vedení ... 547
5.1.8 Optočleny ... 549
5.1.9 Světelné závory ... 549
5.1.10 Předpisy pro elektrické a elektronické měřicí přístroje ... 551

5.2 Řídicí technika ... 554
5.2.1 Druhy automatického řízení ... 554
5.2.2 Binární řízení ... 555
5.2.3 Číslicové řízení (příklady) ... 558
5.2.4 Programovatelné automaty ... 559
5.2.4.1 Skladba a funkce programovatelných automatů ... 559
5.2.4.2 Struktura programu programovatelného automatu ... 560
5.2.4.3 Programovací jazyky pro PA ... 560
5.2.4.4 Vytvoření programu pro PA ... 561
5.2.4.5 Nastavení a připojení PA ... 563
5.2.4.6 Programování v příkazovém jazyce a pomocí kontaktních schémat ... 564
5.2.4.7 Programování časových funkcí ... 566
5.2.4.8 Čítače ... 567
5.2.4.9 Posloupnost programovacích kroků ... 568
5.2.4.10 Funkční bloky programu ... 569
5.2.4.11 Programovací jazyk ST (strukturovaný text) ... 570
5.2.4.12 Jazyk blokových schémat ... 571
5.2.4.13 Stavový graf řízeného procesu ... 572
5.2.4.14 Dokumentace programů PA ... 573
5.2.4.15 Řídicí relé ... 574

5.3 Dálkové řízení ... 577

5.4 Regulace ... 579
5.4.1 Základní pojmy ... 579
5.4.2 Druhy regulace ... 580
5.4.3 Regulační členy regulátorů ... 581
5.4.4 Regulátory ... 586
5.4.5 Číslicová regulace ... 589

5.4.5.1 Digitalizace a vzorkování signálu 589
5.4.5.2 Regulační algoritmus 590
5.4.6 Regulační obvody 593
5.4.6.1 Regulace P-systémů 593
5.4.6.2 Regulace I-systémů 594
5.4.6.3 Nastavení regulátoru 596

6 Výkonová elektronika

6.1 Elektrické napájení 597
6.1.1 Druhy elektrických napájení 597
6.1.2 Meze výkonu odebíraného z elektrické rozvodné sítě 597
6.1.3 Řízené usměrňovače a měniče elektrického proudu 600
6.1.4 Střídavé měniče 604
6.1.5 Propustný měnič a blokující měnič 606
6.1.6 Spínané regulátory (spínané stabilizátory) 608
6.1.7 Lineární regulátory napětí (lineární stabilizátory) 610
6.1.8 Záložní zdroje elektrické energie 613

6.2 Dimenzování elektrických vedení 616
6.2.1 Všeobecné zásady 616
6.2.2 Minimální průřezy vedení 616
6.2.3 Proudová zatížitelnost 616
6.2.4 Úbytek napětí 618
6.2.5 Ochrana před přetížením a zkratem 619

6.3 Elektromotory 621
6.3.1 Charakteristiky elektromotorů 621
6.3.2 Střídavé motory s magnetickou kotvou 622
6.3.3 Stejnosměrné motory s magnetickou kotvou 626
6.3.4 Motory s kotvou nakrátko 629
6.3.5 Jiné typy motorů s točivým polem 632
6.3.6 Komutátorové motory 633
6.3.7 Lineární motory 637
6.3.8 Základní rovnice elektrických točivých strojů 639

6.4 Řízení pohonů 641
6.4.1 Ochrana motorů 641
6.4.2 Spouštěče asynchronních motorů 643
6.4.3 Momentové charakteristiky motorových pohonů 645
6.4.4 Řízení otáček komutátorových motorů 646
6.4.4.1 Řízení otáček univerzálního motoru 646
6.4.4.2 Řízení otáček stejnosměrného motoru s cizím buzením 647
6.4.4.3 Řízení otáček pomocí měniče stejnosměrného proudu 649
6.4.5 Řízení otáček synchronních motorů 650
6.4.5.1 Měnič střídavého proudu s mezistupněm 650
6.4.5.2 Měnič kmitočtu s proudovým mezistupněm 651
6.4.5.3 Měnič kmitočtu s pulzní amplitudovou modulací 651
6.4.5.4 Měnič kmitočtu s pulzní šířkovou modulací 653
6.4.5.5 Přímé měniče kmitočtu 654
6.4.6 Řízení otáček motorů s kotvou nakrátko 655
6.4.7 Řízení otáček motorů s kroužkovou kotvou 656
6.4.8 Servomotory 657
6.4.8.1 Požadavky na servomotory 657
6.4.8.2 Trojfázové servomotory 658
6.4.8.3 Komutátorové servomotory 662

6.5 Manipulační systémy 664
6.5.1 Rozdělení manipulačních systémů 664
6.5.2 Kinematická konstrukce robotů 665
6.5.3 Programování robotů 666
6.5.4 Senzorové navádění robotů 667

6.6 Digitální zpracování obrazu 668

7 Ochrana životního prostředí

7.1 Právní ochrana životního prostředí 670

7.2 Občanská a trestní odpovědnost za životní prostředí 670

7.3 Zatížení životního prostředí 671

7.4 Nakládání s odpady 672
7.4.1 Pojmy odpadového hospodářství 672
7.4.2 Odpovědnost za likvidaci odpadů 672
7.4.3 Odpovědnost za ochranu životního prostředí 673

7.5 Elektromagnetická kompatibilita EMC 674
7.5.1 Význam EMC 674
7.5.2 Rušení elektrickými poli 674
7.5.3 Rušení elektromagnetickými poli 677
7.5.4 Prohlášení o shodě 680

7.6 Alternativní zdroje energie 681
7.6.1 Využití sluneční energie 681
7.6.1.1 Solární ohřev vody 681
7.6.1.2 Solární fotovoltaické systémy 682
7.6.2 Větrné elektrárny 683
7.6.3 Palivové články 685

8 Hospodářské procesy

8.1 Podnik a jeho prostředí 687

8.2 Ekonomické procesy 688

8.3 Odbyt a produkce 691
8.3.1 Cenová kalkulace 691
8.3.2 Nabídka zboží 691
8.3.3 Smlouva o dodávce zboží 691
8.3.4 Vystavení faktury (účtu) 693

8.4 Zabezpečení výroby 693

8.5 Zákaznické poradenství a servis 695
8.5.1 Jednání se zákazníky 695
8.5.2 Zákaznický servis 697
8.5.3 Připoutání zákazníků 697
8.5.4 Vyřizování stížností (reklamací) 698

9 Dodatek

9.1 Veličiny a jednotky 699

9.2 Věcný rejstřík 701