

# Obsah

Předmluva . . . . .	10
Seznam symbolů . . . . .	13
Úvod . . . . .	19
Technický rozvoj a jeho souvislost s vývojem řízení výrobních procesů a technických prostředků automatického řízení . . . . .	19
Kybernetika a řídicí technika . . . . .	20
Vymezení základních pojmů . . . . .	22
Význam budování automatizovaných systémů řízení v socialistické společnosti . . . . .	24
<b>1. KLASIFIKACE TECHNICKÝCH PROSTŘEDKŮ AUTOMATICKÉHO ŘÍZENÍ . . . . .</b>	<b>29</b>
1.1 Základní funkce a klasifikace technických prostředků automatického řízení . . . . .	29
1.2 Signál jako prostředek přenosu informace . . . . .	31
1.3 Statické a dynamické vlastnosti technických prostředků automatického řízení . . . . .	33
1.4 Provozní podmínky a technické požadavky . . . . .	36
<b>2. ČLENY K ZÍSKÁVÁNÍ INFORMACE . . . . .</b>	<b>38</b>
2.1 Blokové schéma měřicí soustavy . . . . .	38
2.2 Snímač jako člen pro získávání informace . . . . .	39
2.3 Přehled principů snímačů a jejich použití . . . . .	44
2.3.1 Mechanicko-kinematické snímače a členy . . . . .	44
2.3.2 Odporové snímače . . . . .	49
2.3.3 Indukčnostní snímače a indukční snímače . . . . .	59
2.3.4 Magnetické snímače . . . . .	62
2.3.5 Kapacitní snímače . . . . .	66
2.3.6 Ionizační snímače . . . . .	66
2.3.7 Termoelektrické snímače . . . . .	68
2.3.8 Fotoelektrické snímače . . . . .	71
2.3.9 Piezoelektrické snímače . . . . .	74
2.3.10 Další typy snímačů . . . . .	75
2.4 Měřicí převodníky neelektrických veličin . . . . .	77
2.5 Vývojové směry v oblasti snímačů a měřicích metod . . . . .	83
<b>3. ČLENY KE ZPRACOVÁNÍ INFORMACE . . . . .</b>	<b>99</b>
3.1 Členy k matematickému zpracování informace . . . . .	99
3.1.1 Přenosové funkce některých obvodů s operačními zesilovači . . . . .	99
3.1.2 Přenosové funkce regulátorů s operačními zesilovači . . . . .	103
3.2 Členy k logickému zpracování informace . . . . .	106
3.2.1 Teorie logických řídicích obvodů . . . . .	106
3.2.1.1 Číselné soustavy . . . . .	106
3.2.1.2 Boolova algebra . . . . .	116
3.2.1.3 Vennův diagram . . . . .	119
3.2.1.4 Reprezentace boolovských funkcí . . . . .	122
3.2.1.5 Zjednodušování a minimalizace boolovských funkcí . . . . .	131
3.2.1.6 Sekvenční logické obvody . . . . .	141
3.2.2 Logické kontaktní sítě . . . . .	154
3.2.3 Diodové logické členy . . . . .	155
3.2.4 Tranzistorové logické členy . . . . .	157
3.2.5 Integrované obvody . . . . .	161
3.2.6 Kombinační logické obvody . . . . .	163
3.2.7 Sekvenční logické obvody, návrh a realizace . . . . .	167
3.2.7.1 Asynchronní sekvenční logické obvody . . . . .	167

3.2.7.2.	Prostředky pro realizaci asynchronních sekvenčních logických obvodů . . . . .	168
3.2.7.3.	Asynchronní sekvenční logické obvody s impulsovým vstupem (s dynamickým řízením) . . . . .	169
3.2.7.4.	Synchronní sekvenční logické obvody . . . . .	170
3.2.7.5.	Příklady návrhu sekvenčních logických obvodů . . . . .	176
4.	ČLENY K OBNOVĚ A TRANSFORMACI INFORMACE . . . . .	182
4.1.	Obecné vlastnosti a úkoly . . . . .	182
4.2.	Zesilovače . . . . .	182
4.2.1.	Operační zesilovače . . . . .	183
4.2.2.	Oddělovači zesilovače . . . . .	188
4.2.3.	Výkonové zesilovače . . . . .	188
4.2.3.1.	Elektrické výkonové zesilovače . . . . .	188
4.2.3.2.	Pneumatické výkonové zesilovače . . . . .	198
4.2.3.3.	Hydraulické výkonové zesilovače . . . . .	199
4.3.	Tvarovače signálů . . . . .	201
4.4.	Převodníky . . . . .	202
4.4.1.	Převodníky přirozeného signálu na jednotný . . . . .	202
4.4.2.	Mezisystémové převodníky . . . . .	203
4.4.2.1.	Elektricko-pneumatické převodníky . . . . .	203
4.4.2.2.	Elektricko-hydraulické převodníky . . . . .	204
4.4.2.3.	Další typy mezisystémových převodníků . . . . .	205
4.4.3.	Modulátory . . . . .	206
4.4.4.	Číslíkové analogové převodníky (D/A) . . . . .	207
4.4.5.	Analogové číslíkové převodníky (A/D) . . . . .	208
4.4.5.1.	Převodník A/D se zpětnou vazbou . . . . .	208
4.4.5.2.	Integrační převodník A/D . . . . .	208
4.5.	Kodéry a dekodéry . . . . .	209
4.6.	Filtry . . . . .	210
5.	PŘENOS SIGNÁLŮ A DÁLKOVÉ MĚŘENÍ . . . . .	213
5.1.	Přenos signálů . . . . .	213
5.1.1.	Obecné vlastnosti a požadavky . . . . .	213
5.1.2.	Přenos elektrického signálu . . . . .	213
5.1.3.	Přenos pneumatického signálu . . . . .	220
5.1.4.	Přenos hydraulického signálu . . . . .	229
5.1.5.	Přenos optického signálu . . . . .	232
5.2.	Dálkové měření . . . . .	233
5.2.1.	Obecné vlastnosti a požadavky . . . . .	233
5.2.2.	Elektrické analogové systémy . . . . .	235
5.2.3.	Frekvenční systémy střídavého elektrického proudu . . . . .	241
5.2.4.	Elektrické impulsové systémy . . . . .	242
5.2.5.	Číslíkové kódovaný přenos . . . . .	242
5.2.6.	Pneumatické systémy . . . . .	244
6.	ČLENY PRO VYUŽITÍ INFORMACE . . . . .	245
6.1.	Zpracování signálu — nositele informace . . . . .	245
6.2.	Pohony . . . . .	246
6.2.1.	Elektrické pohony . . . . .	247
6.2.1.1.	Stejnsměrné motory . . . . .	248
6.2.1.2.	Střídavé motory . . . . .	248
6.2.1.3.	Výběr elektrického pohonu . . . . .	249
6.2.2.	Pneumatické pohony . . . . .	249
6.2.3.	Hydraulické pohony . . . . .	250
6.2.4.	Mezisystémové převodníky . . . . .	251
6.3.	Uspořádání akčních členů . . . . .	251
6.3.1.	Servomotory . . . . .	251
6.3.2.	Regulační orgány . . . . .	257
6.3.3.	Výpočet a dimenzování regulačního ventilu . . . . .	261
6.4.	Řízení otáček elektrických pohonů . . . . .	262
6.4.1.	Řízení otáček stejnosměrných elektrických pohonů . . . . .	262
6.4.2.	Řízení otáček střídavých elektrických pohonů . . . . .	263
7.	STAVEBNICE AUTOMATICKÝCH REGULÁTORŮ . . . . .	264
7.1.	Vývoj automatických regulátorů . . . . .	264



7.2.	Regulační systémy s pevným propojením členů . . . . .	268
7.2.1.	Hydraulické regulační systémy . . . . .	268
7.2.2.	Pneumatické regulační systémy . . . . .	269
7.2.2.1.	Pneumatický regulační systém třetí generace automatizačních prostředků	270
7.2.3.	Elektrické regulační systémy . . . . .	275
7.2.3.1.	Elektrický analogový regulační systém třetí generace automatizačních prostředků . . . . .	278
7.3.	Volně programovatelné regulační systémy . . . . .	290
7.3.1.	Několikanásobné regulátory . . . . .	291
7.3.2.	Centralizované systémy . . . . .	291
7.3.3.	Decentralizované systémy . . . . .	296
8.	<b>MĚŘICÍ TECHNIKA . . . . .</b>	<b>298</b>
8.1.	Účel a význam měřicí techniky v automatickém řízení . . . . .	298
8.2.	Rozdělení měřicí techniky v oblasti automatického řízení . . . . .	298
8.3.	Měřicí experimentální technika, speciální přístroje a zařízení . . . . .	299
8.3.1.	Automatické měřicí ústředny . . . . .	300
8.3.2.	Měřicí magnetofony . . . . .	300
8.3.3.	Přístroje pro měření hluku a chvění . . . . .	301
8.3.4.	Infratermografické měřicí zařízení (termovize) . . . . .	304
8.3.5.	Laserové měřiče . . . . .	305
8.3.6.	Rychlostní optické registrátory . . . . .	308
8.3.7.	Automatické analyzátoři plynů a spalin . . . . .	312
8.4.	Diagnostická měřicí zařízení . . . . .	314
8.4.1.	Automatizovaná diagnostická stanice . . . . .	315
8.4.2.	Druhy automatizovaných diagnostických stanic . . . . .	316
8.4.3.	Současné využití automatizovaných diagnostických stanic . . . . .	316
8.5.	Chyby experimentálních metod a přístrojů, chyby vznikající při měření . . . . .	317
8.5.1.	Zpracování a vyhodnocení výsledků měření . . . . .	317
8.5.2.	Přesnost měřicích přístrojů, statické a dynamické chyby přístrojů . . . . .	319
8.5.3.	Problematika stanovení skutečné hodnoty měřené veličiny . . . . .	320
8.5.4.	Vliv měřicích přístrojů na měřený jev . . . . .	323
8.6.	Realizace experimentu v automatizaci . . . . .	324
8.6.1.	Plánování experimentu . . . . .	324
8.6.2.	Součástí přípravy experimentu . . . . .	324
8.6.3.	Realizace experimentu . . . . .	324
8.6.4.	Vyhodnocení experimentu . . . . .	324
8.7.	Teorie inženýrského experimentu . . . . .	324
8.8.	Příklady rozsáhlých a náročných experimentů . . . . .	325
8.8.1.	Komplexní automatizované měření vybraných parametrů letadla . . . . .	325
8.8.2.	Měření chvění převodovky lokomotivy . . . . .	326
8.8.3.	Měření parametrů proudění vzduchu v kanálku přeplňovacího agregátu spalovacího motoru . . . . .	327
9.	<b>LOGICKÉ AUTOMATY . . . . .</b>	<b>329</b>
9.1.	Vymezení pojmů, definice . . . . .	329
9.2.	Principy realizace logických automatů . . . . .	331
9.2.1.	Automaty s pevně zapojenou strukturou . . . . .	331
9.2.2.	Automaty řízené programem . . . . .	331
9.2.3.	Rozbor modelování logických funkcí číslicovými systémy . . . . .	332
9.3.	Příklady přístrojových systémů pro logické automaty . . . . .	335
9.3.1.	Systém DIAMO . . . . .	336
9.3.2.	Systém ZEPALOG-H . . . . .	337
9.3.3.	Systém ZEPALOG-P . . . . .	337
9.3.4.	Stanice D1 (DERIS) . . . . .	339
9.3.5.	Zahraňiční řešení . . . . .	340
9.4.	Aplikace logických automatů v průmyslu . . . . .	340
9.4.1.	Možnosti uplatnění . . . . .	340
9.4.2.	Sekvenční automat najíždění . . . . .	341
9.4.3.	Automat sprádacího stroje . . . . .	343
9.4.4.	Řídicí systém elektrárenského bloku . . . . .	344
10.	<b>ČÍSLICOVÉ A ŘÍDICÍ POČÍTAČE . . . . .</b>	<b>346</b>
10.1.	Stroje na zpracování dat a jejich charakteristické vlastnosti . . . . .	346
10.2.	Číslicové počítače . . . . .	347

10.2.1.	Rozdělení číslicových počítačů . . . . .	348
10.2.2.	Generace číslicových počítačů . . . . .	349
10.3.	Číslicové počítače třetí generace . . . . .	350
10.3.1.	Struktura číslicových počítačů třetí generace . . . . .	353
10.4.	Základní jednotka počítače třetí generace . . . . .	355
10.4.1.	Aritmetická jednotka . . . . .	356
10.4.2.	Řídicí jednotka — radič . . . . .	357
10.4.3.	Vstupní/výstupní kanály . . . . .	363
10.5.	Paměti číslicových počítačů . . . . .	365
10.6.	Pomocné ovládací a zabezpečovací prostředky . . . . .	370
10.7.	Přídavná zařízení číslicových počítačů . . . . .	371
10.7.1.	Vstupní přídavná zařízení . . . . .	372
10.7.2.	Výstupní přídavná zařízení . . . . .	373
10.7.3.	Přídavná zařízení pro vstup i výstup . . . . .	375
10.8.	Jednotný systém elektronických počítačů — JSEP . . . . .	376
10.9.	Řídicí počítače . . . . .	382
10.9.1.	Požadavky na řídicí počítače třetí generace . . . . .	382
10.9.2.	Vstupní/výstupní strana řídicích počítačů . . . . .	384
10.9.3.	Speciální přídavná zařízení řídicích počítačů . . . . .	386
11.	MINIPOČÍTAČE . . . . .	388
11.1.	Architektura a konstrukce minipočítačů . . . . .	388
11.2.	Přídavná zařízení minipočítačů . . . . .	391
11.3.	Programové vybavení minipočítačů . . . . .	392
11.4.	Systém malých elektronických počítačů — SMEP . . . . .	392
11.5.	Technický popis počítače ADT 4000 . . . . .	394
11.5.1.	Paměťový subsystém . . . . .	394
11.5.2.	Formáty dat a instrukcí . . . . .	395
11.5.3.	Princip zpracování instrukcí . . . . .	396
11.5.4.	Ovládání vstupních/výstupních zařízení . . . . .	397
12.	MIKROPROCESORY A MIKROPOČÍTAČE . . . . .	399
12.1.	Architektura a konstrukce mikroprocesoru a mikropočítače . . . . .	400
12.2.	Paměti mikropočítačů . . . . .	406
12.3.	Ostatní součástky mikropočítačů . . . . .	409
12.4.	Analogové číslicové a číslicové analogové převodníky pro mikropočítačové obvody . . . . .	411
12.5.	Programové vybavení mikropočítačů . . . . .	413
12.6.	Aplikace mikroprocesorů . . . . .	414
13.	ANALOGOVÉ POČÍTAČE . . . . .	415
13.1.	Úvod do analogových počítačů . . . . .	415
13.2.	Lineární počítací jednotky . . . . .	416
13.2.1.	Operační zesilovač . . . . .	416
13.2.2.	Lineární počítací jednotky na bázi operačního zesilovače . . . . .	417
13.2.3.	Počítací potenciometr . . . . .	419
13.3.	Nelineární počítací jednotky . . . . .	420
13.3.1.	Diodové funkční měniče . . . . .	420
13.3.2.	Analogové násobičky . . . . .	421
13.3.3.	Dopravní zpoždění . . . . .	423
13.4.	Analogové počítače MEDA . . . . .	423
14.	HYBRIDNÍ VÝPOČETNÍ SYSTÉMY . . . . .	426
14.1.	Formy hybridních výpočetních prostředků . . . . .	426
14.2.	Úrovně spolupráce analogového a číslicového počítače v hybridním výpočetním systému . . . . .	426
14.3.	Analogový počítač v hybridním výpočetním systému . . . . .	427
14.4.	Číslicový počítač v hybridním výpočetním systému . . . . .	427
14.5.	Hybridní výpočetní systém . . . . .	428
14.5.1.	Přenos řídicích povelů od číslicového počítače k analogovému počítači . . . . .	428
14.5.2.	Hlášení určitých počítacích stavů a předávání řídicích povelů od analogového počítače do číslicového počítače . . . . .	429
14.5.3.	Přenos hodnot z analogového počítače do číslicového počítače . . . . .	429
14.5.4.	Přenos hodnot z číslicového počítače do analogového počítače . . . . .	430
14.6.	Hybridní výpočetní systém ADT 7000 . . . . .	431



14.6.1.	Spojovací jednotka hybridního výpočetního systému ADT 7000 . . . . .	432
14.6.2.	Komunikace v hybridním výpočetním systému ADT 7000 . . . . .	433
14.6.2.1.	Přenos adres . . . . .	433
14.6.2.2.	Přenos dat . . . . .	433
14.6.2.3.	Přenos povelů . . . . .	433
14.6.2.4.	Přenos přerušovacích signálů . . . . .	434
14.7.	Programové vybavení hybridních výpočetních systémů . . . . .	434
14.7.1.	Programové vybavení hybridního výpočetního systému ADT 7000 . . . . .	435
15.	SYSTÉMY DÁLKOVÉHO ZPRACOVÁNÍ DAT . . . . .	436
15.1.	Úvod do projektování systémů dálkového zpracování dat . . . . .	436
15.2.	Technické zabezpečení dálkového přenosu dat . . . . .	437
15.3.	Programové zabezpečení dálkového zpracování dat . . . . .	439
15.4.	Příklad realizace systému dálkového zpracování dat . . . . .	440
16.	HIERARCHICKÉ ŘÍDICÍ SYSTÉMY S MIKROPOČÍTAČI . . . . .	441
16.1.	Struktura hierarchického řídicího systému s mikropočítači . . . . .	441
16.2.	Technické zabezpečení hierarchických řídicích systémů s mikropočítači . . . . .	443
16.3.	Programové zabezpečení hierarchických řídicích systémů s mikropočítači . . . . .	444
16.4.	Příklad realizace hierarchického řídicího systému s mikropočítači . . . . .	444
17.	ŘÍDICÍ STANOVIŠTĚ (DOZORNÝ) . . . . .	447
17.1.	Prvky pro styk s obsluhou . . . . .	447
17.1.1.	Zobrazovací přístroje . . . . .	447
17.1.2.	Signalizační přístroje . . . . .	450
17.1.3.	Ovládací přístroje . . . . .	450
17.2.	Rozváděče . . . . .	451
17.3.	Dozorný . . . . .	452
17.3.1.	Výhody a nevýhody ústředního řízení . . . . .	452
17.3.2.	Vybavení dozoren . . . . .	454
18.	PŘÍKLADY REALIZACE INFORMAČNÍCH A ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ 458	
18.1.	Systém CIS 3001 pro elektrárenský blok 200 MW . . . . .	458
18.2.	Systém CIS 3000 pro cementárnu a vápenku . . . . .	459
18.3.	Informační systém pro elektrárenský blok 500 MW . . . . .	460
18.4.	Číslicové systémy pro řízení obráběcích strojů — systémy NC . . . . .	461
18.4.1.	Některé řídicí systémy NC vyráběné v ČSSR . . . . .	465
18.4.2.	Vyšší řídicí systémy . . . . .	467
18.5.	Příklad použití televizní kamery k řízení regálového zakladače pro skladové hospodářství . . . . .	468
18.6.	Průmyslové roboty a manipulátory . . . . .	470
18.6.1.	Konstrukce průmyslových robotů . . . . .	473
18.6.2.	Některé typy průmyslových robotů a manipulátorů vyráběných v ČSSR 475	
Literatura . . . . .		478
Rejstřík . . . . .		481