

# OBSAH

	PŘEDMLUVA .....	10
1.	REGULAČNÍ TECHNIKA .....	11
1.1.	Přehled základních pojmů a definic z regulační techniky .....	11
1.1.1.	Ruční regulace .....	13
1.1.2.	Automatická regulace .....	14
1.1.3.	Postup při zavádění automatické regulace .....	16
1.1.4.	Rozdělení a druhy regulátorů .....	17
1.1.5.	Základní pojmy uvedené v článku 1.1 .....	18
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 1.1 .....	19
1.2.	Regulované soustavy .....	19
1.2.1.	Statické regulované soustavy .....	20
1.2.2.	Astatické regulované soustavy .....	24
1.2.3.	Soustavy s dopravním zpožděním .....	27
1.2.4.	Posouzení regulovatelnosti soustav .....	27
1.2.5.	Základní pojmy uvedené v článku 1.2 .....	29
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 1.2 .....	29
1.3.	Nespojité regulátory .....	30
1.3.1.	Dvoupolohový regulátor .....	30
1.3.2.	Třípolohový regulátor .....	31
1.3.3.	Dvoupolohový regulátor se zpětnou vazbou .....	33
1.3.4.	Impulsový regulátor .....	33
1.3.5.	Základní pojmy uvedené v článku 1.3 .....	34
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 1.3 .....	34
1.4.	Regulační obvody s nespojitými regulátory .....	34
1.4.1.	Regulační obvody s dvoupolohovým regulátorem .....	34
1.4.2.	Regulační obvod s třípolohovým regulátorem .....	39
1.4.3.	Dvoupolohový regulátor se zpětnou vazbou .....	39
1.4.4.	Regulační obvod s impulsovým regulátorem .....	42
1.4.5.	Seřízení (nastavení) nespojitých regulátorů .....	43
1.4.6.	Základní pojmy uvedené v článku 1.4 .....	44
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 1.4 .....	44
1.5.	Spojité regulátory .....	45
1.5.1.	Proporcionální regulátor (regulátor P) .....	45
1.5.2.	Integrační regulátor (regulátor I) .....	47
1.5.3.	Derivační regulátor (regulátor D) .....	49
1.5.4.	Sdružené regulátory .....	50
1.5.5.	Základní pojmy uvedené v článku 1.5 .....	53
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 1.5 .....	54
1.6.	Regulační obvody se spojitými regulátory .....	54
1.6.1.	Regulační pochod a jeho stabilita .....	54
1.6.2.	Kvalita regulačního pochodu .....	55
1.6.3.	Volba typu regulátoru .....	56

1.6.4.	Optimální seřízení regulátoru .....	57
1.6.5.	Základní pojmy uvedené v článku 1.6 .....	61
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 1.6 .....	62
1.7.	Rozvětvené a několikaparametrové regulační obvody .....	63
1.7.1.	Základní pojmy .....	63
1.7.2.	Vlečná regulace .....	64
1.7.3.	Poměrová regulace .....	65
1.7.4.	Kaskádová regulace .....	65
1.7.5.	Regulace s rozvětveným výstupem regulátoru .....	66
1.7.6.	Několikaparametrová regulace .....	66
1.8.	Vyšší formy regulace .....	67
1.8.1.	Optimální regulace .....	67
1.8.2.	Extremální regulace .....	68
1.8.3.	Adaptivní regulace .....	68
1.8.4.	Učící se systémy .....	69
1.8.5.	Základní pojmy uvedené v článcích 1.7 a 1.8 .....	69
	Kontrolní otázky a úlohy k článkům 1.7 a 1.8 .....	70
<b>2.</b>	<b>AUTOMATIZAČNÍ PROSTŘEDKY PRO REALIZACI REGULACE .....</b>	<b>71</b>
2.1.	Jednouúčelové regulátory .....	71
2.1.1.	Snímače s přidavnými kontakty .....	72
2.1.1.	Dvoupolohové regulátory .....	72
2.1.3.	Proporcionální regulátory .....	73
2.1.4.	Regulační systémy pro klimatizaci a topenářství .....	74
2.2.	Stavebnicové regulační systémy .....	76
2.2.1.	Kompaktní regulační systémy .....	77
2.2.2.	Modulový regulační systém .....	86
2.2.3.	Systém malých nespojitých regulátorů TRS .....	90
2.2.4.	Panelová konstrukční stavebnice .....	91
	Kontrolní otázky a úlohy k článkům 2.1 a 2.2 .....	92
2.3.	Aplikace automatizačních prostředků .....	93
2.3.1.	Aplikace jednouúčelových dvoupolohových a proporcionálních regulátorů .....	93
2.3.2.	Aplikace regulačního systému pro klimatizaci a topenářství .....	94
2.3.3.	Aplikace stavebnicových regulačních systémů .....	95
<b>3.</b>	<b>PŘIPOJENÍ STAVEBNICOVÝCH REGULAČNÍCH SYSTÉMŮ NA ŘÍDICÍ POČÍTAČ .....</b>	<b>97</b>
3.1.	Princip řešení .....	97
3.2.	Řízení kompaktních regulátorů .....	98
3.2.1.	Řízení elektronických kompaktních regulátorů .....	98
3.2.2.	Řízení pneumatických kompaktních regulátorů .....	99
3.3.	Řízení modulových regulátorů .....	101
	Kontrolní otázky a úlohy ke kapitole 3 .....	101
<b>4.</b>	<b>ČÍSLICOVÉ ŘÍZENÍ .....</b>	<b>103</b>
4.1.	Základní pojmy .....	103
4.2.	Popis automatizovaného systému řízení technologického procesu (ASŘ TP) ...	105
	Kontrolní otázky a úlohy k článkům 4.1 a 4.2 .....	108
4.3.	Teorie číslicových regulačních obvodů .....	108
4.3.1.	Matematický popis tvarovače .....	109
4.3.2.	Odvození diferenční rovnice z diferenciální rovnice .....	110
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavcům 4.3.1 a 4.3.2 .....	115
4.3.3.	Analýza číslicového regulačního obvodu .....	116
4.3.4.	Přenosy a stabilita uzavřeného regulačního obvodu .....	118
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavcům 4.3.3 a 4.3.4 .....	122
4.4.	Návrh algoritmů řízení .....	122

4.4.1.	Návrh algoritmu řízení podle kritéria maximálně přípustného přeregulování ..	122
4.4.2.	Návrh algoritmu řízení podle kritéria konečného regulačního pochodu v minimálním počtu regulačních kroků .....	128
4.4.3.	Simulace řízení na číslicovém počítači .....	130
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 4.4 .....	133
5.	<b>ŘÍDICÍ POČÍTAČE</b> .....	135
5.1.	Funkce řídicího počítače v ASŘ TP .....	135
5.1.1.	Charakteristika řídicího počítače .....	136
5.1.2.	Zvláštní vlastnosti řídicího počítače .....	141
5.1.3.	Standardní periferní zařízení .....	141
5.1.4.	Vnější paměti .....	143
5.1.5.	Nestandardní periferní zařízení .....	143
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 5.1 .....	150
5.2.	Vývoj řídicích počítačů .....	150
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 5.2 .....	152
5.3.	Spojení řídicího počítače s technologickým procesem .....	152
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 5.3 .....	154
5.3.1.	Analogová vstupní strana jednotky styku s prostředím .....	154
5.3.2.	Dvuhodnotová vstupní strana jednotky styku s prostředím .....	156
5.3.3.	Změnová vstupní strana jednotky styku s prostředím .....	156
5.3.4.	Impulsová vstupní strana jednotky styku s prostředím .....	157
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavcům 5.3.1. až 5.3.4 .....	157
5.3.5.	Analogová výstupní strana jednotky styku s prostředím .....	157
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 5.3.5 .....	158
5.3.6.	Spojení počítače s periferními zařízeními prostřednictvím desky rozhraní, princip přerušovacího systému a prioritního přerušovacího systému .....	158
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 5.3.6 .....	160
5.4.	Programové vybavení řídicích počítačů .....	160
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 5.4 .....	163
6.	<b>ŘÍDICÍ SYSTÉMY</b> .....	165
6.1.	Vývoj prostředků pro řízení .....	165
6.2.	CIRIS — číslicový informační a řídicí systém .....	167
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 6.1 .....	168
7.	<b>PŘÍSTROJE PRO VYUŽITÍ INFORMACÍ</b> .....	169
7.1.	Servomotory .....	169
7.1.1.	Pneumatické servomotory .....	169
7.1.2.	Hydraulické servomotory .....	172
7.1.3.	Elektrohydraulické servomotory .....	173
7.1.4.	Elektrické servomotory .....	174
7.2.	Výkonné orgány .....	181
7.2.1.	Hnací mechanismus .....	181
7.2.2.	Výstupní hlavice .....	181
7.2.3.	Regulační orgán .....	184
	Kontrolní otázky a úlohy ke kapitole 7 .....	186
8.	<b>PRUŽNÉ VÝROBNÍ SYSTÉMY</b> .....	187
8.1.	Číslicové řízení obráběcích strojů .....	187
8.1.1.	Základní principy .....	187
8.1.2.	Vázba číslicového řídicího systému s obráběcím strojem .....	188
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavcům 8.1.1 a 8.1.2 .....	190
8.1.3.	Programování činnosti číslicově řízených strojů .....	190
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 8.1.3 .....	197

8.1.4.	Rozdělení číslicových řídicích systémů . . . . .	197
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 8.1.4 . . . . .	200
8.1.5.	Struktura číslicového řídicího systému . . . . .	200
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 8.1.5 . . . . .	202
8.1.6.	Vstupní část číslicových řídicích systémů . . . . .	203
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 8.1.6 . . . . .	206
8.1.7.	Aritmetická část číslicových řídicích systémů . . . . .	206
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 8.1.7 . . . . .	210
8.1.8.	Výstupní obvody číslicových řídicích systémů . . . . .	210
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 8.1.8 . . . . .	213
8.1.9.	Charakteristika a vlastnosti systémů CNC . . . . .	213
	Kontrolní otázky a úlohy k odstavci 8.1.9 . . . . .	219
8.2.	Průmyslové roboty . . . . .	219
8.2.1.	Vlastnosti průmyslových robotů . . . . .	220
8.2.2.	Použití průmyslových robotů . . . . .	221
8.2.3.	Motorický systém robotů . . . . .	224
8.2.4.	Senzorický systém robotů . . . . .	224
8.2.5.	Pohony . . . . .	225
8.2.6.	Řídicí systémy průmyslových robotů . . . . .	225
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 8.2 . . . . .	228
9.	<b>ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ A PROJEKTOVÁNÍ ŘÍDICÍCH OBVODŮ ZE STAVEBNICOVÝCH SYSTÉMŮ . . . . .</b>	<b>229</b>
9.1.	Zásady navrhování logických řídicích obvodů . . . . .	229
9.2.	Zásady navrhování kompaktních řídicích systémů . . . . .	230
9.3.	Zásady navrhování modulových řídicích systémů . . . . .	230
9.4.	Úvodní a prováděcí projekt . . . . .	231
9.4.1.	Úvodní projekt . . . . .	231
9.4.2.	Prováděcí projekt . . . . .	232
9.5.	Příklad zpracování úvodního projektu . . . . .	233
9.5.1.	Průvodní zpráva . . . . .	234
9.5.2.	Seznam strojů a zařízení . . . . .	236
9.5.3.	Rozpočtová část . . . . .	236
9.5.4.	Výkresová dokumentace . . . . .	236
	Kontrolní otázky a úlohy ke kapitole 9 . . . . .	240
10.	<b>PROVOZ A ÚDRŽBA ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ . . . . .</b>	<b>241</b>
10.1.	Montáž . . . . .	241
10.1.1.	Příprava montáže . . . . .	241
10.1.2.	Plánování, kontrola a provedení montáže . . . . .	243
10.2.	Uvádění řídicích systémů do provozu . . . . .	244
10.3.	Údržba řídicích systémů . . . . .	245
10.4.	Spolehlivost řídicích systémů . . . . .	246
10.4.1.	Základní problémy řídicích systémů z hlediska spolehlivosti . . . . .	246
10.4.2.	Hodnocení spolehlivosti řídicích systémů . . . . .	247
10.4.3.	Zálohování řídicích systémů . . . . .	248
	Kontrolní otázky a úlohy ke kapitole 10 . . . . .	248
11.	<b>VÝVOJ STAVEBNICOVÝCH ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ . . . . .</b>	<b>249</b>
	Kontrolní otázky a úlohy ke kapitole 11 . . . . .	253
12.	<b>MATEMATICKÉ PROSTŘEDKY PRO POPIS A ŘEŠENÍ REGULAČNÍCH OBVODŮ . . . . .</b>	<b>255</b>
12.1.	Způsoby popisu spojitých (analogových) regulačních obvodů a jejich částí . . . . .	255
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 12.1 . . . . .	261

12.2.	Přehled nejdůležitějších pravidel Laplaceovy transformace .....	261
12.2.1.	Přímá Laplaceova transformace .....	261
12.2.2.	Zpětná Laplaceova transformace racionální lomové funkce .....	263
12.3.	Prostředky pro popis diskretních (číslicových) regulačních obvodů a jejich částí	265
12.3.1.	Transformace $\mathcal{Z}$ .....	265
12.3.2.	Zpětná transformace $\mathcal{Z}$ racionální lomené funkce .....	267
	Kontrolní otázky a úlohy k článkům 12.2 a 12.3 .....	268
12.4.	Algebra blokových schémat .....	268
12.4.1.	Spojité obvody .....	268
12.4.2.	Diskretní obvody .....	271
	Kontrolní otázky a úlohy k článku 12.4 .....	272
	Literatura .....	273