

# OBSAH

Předmluva . . . . .	9
1. ÚVOD	
1.1 Automatizace a její význam . . . . .	11
1.2 Základní pojmy v automatizaci . . . . .	13
2. MĚŘENÍ A MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ	
2.1 Význam a podstata měření . . . . .	17
2.1.1 Význam měření . . . . .	17
2.1.2 Podstata měření . . . . .	18
2.2 Pracovní prostředky měřicí techniky . . . . .	19
2.2.1 Základní pojmy a zařízení měřicí techniky . . . . .	19
2.2.2 Požadavky na měřicí přístroje v chemickém provozu . . . . .	20
2.3 Metody měření . . . . .	21
2.3.1 Rozdělení měřících metod podle principu . . . . .	21
2.3.2 Rozdělení měřících metod podle provedení . . . . .	22
2.3.2.1 Nahrazovací čili substituční metoda . . . . .	22
2.3.2.2 Vyrovnávací čili kompenzační metoda . . . . .	22
2.3.2.3 Výhylková metoda . . . . .	23
2.3.3 Elektrické měřicí metody . . . . .	23
2.3.3.1 Elektrické měřicí systémy používané při provozním měření . . . . .	24
2.3.3.2 Hlavní způsoby zapojení při elektrickém měření v automatizaci . . . . .	25
2.4 Seřizování měřících přístrojů . . . . .	32
2.5 Teorie měření . . . . .	35
2.5.1 Chyby měření . . . . .	35
2.5.2 Správnost a přesnost měření . . . . .	36
2.5.3 Třídy přesnosti . . . . .	37
2.5.4 Stupnice přístrojů . . . . .	38
2.5.5 Teorie chyb . . . . .	39
2.5.6 Numerické vyjadřování naměřených hodnot . . . . .	43
2.5.7 Grafické vyjadřování naměřených hodnot . . . . .	45
2.6 Měřicí pochod . . . . .	47
2.6.1 Dynamické vlastnosti měřících přístrojů . . . . .	48
2.6.1.1 Vliv snímače . . . . .	49
2.6.1.2 Vliv přenosu signálu . . . . .	53
2.6.1.3 Vliv měřícího ústrojí . . . . .	53
2.7 Zápis měření . . . . .	55
2.7.1 Ruční zápis . . . . .	55

2.7.2	Samočinný zápis . . . . .	56
2.7.2.1	Samočinné zapisovače . . . . .	56
2.7.2.2	Jiné způsoby registrace . . . . .	59
2.8	Měření hlavních parametrů chemické výroby . . . . .	59
2.8.1	Měření teploty . . . . .	59
2.8.1.1	Dilatační teploměry . . . . .	65
2.8.1.2	Tlakové teploměry . . . . .	71
2.8.1.3	Odporové teploměry . . . . .	72
2.8.1.4	Termoelektrické teploměry . . . . .	75
2.8.1.5	Radiační teploměry . . . . .	82
2.8.2	Měření tlaku a tlakové diference . . . . .	87
2.8.2.1	Kapalinové manometry . . . . .	89
2.8.2.2	Deformační manometry . . . . .	93
2.8.2.3	Speciální manometry . . . . .	93
2.8.3	Měření výšky hladiny a množství kapaliny . . . . .	94
2.8.3.1	Přímé metody měření výšky hladiny . . . . .	94
2.8.3.2	Nepřímé metody měření výšky hladiny . . . . .	98
2.8.4	Měření průtoku . . . . .	100
2.8.4.1	Měření okamžitého průtoku . . . . .	101
2.8.4.2	Měření celkového proteklého množství . . . . .	109
2.8.5	Měření hmotnosti kusových a sypkých látek . . . . .	110
2.9	Měření speciálních parametrů při chemické výrobě . . . . .	111
2.9.1	Měření hustoty . . . . .	111
2.9.1.1	Vztlaková metoda . . . . .	112
2.9.1.2	Metoda hydrostatického tlaku . . . . .	113
2.9.2	Měření viskozity . . . . .	114
2.9.3	Měření koncentrace . . . . .	115
2.9.4	Měření pH . . . . .	116
2.9.5	Měření vlhkosti . . . . .	120
2.9.6	Měření elektrické vodivosti roztoků . . . . .	121
2.10	Měření mechanických parametrů při chemické výrobě . . . . .	122
2.10.1	Měření frekvence otáčení . . . . .	122
2.10.2	Měření času . . . . .	123
2.10.3	Měření počtu úkonů a množství kusových výrobků . . . . .	126
2.11	Automatické analyzátory . . . . .	127
2.11.1	Analyzátory kapalin . . . . .	127
2.11.2	Analyzátory plynů . . . . .	128
2.12	Měření dálkové a ústřední . . . . .	132
2.12.1	Panely, dozorny, velíny . . . . .	132
2.12.2	Měření a řídicí ústředny . . . . .	132
3.	<b>REGULAČNÍ A AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKA</b>	
3.1	Úkoly regulace a automatizace . . . . .	134
3.1.1	Předpoklady a důsledky zavádění automatizace . . . . .	134
3.1.2	Základní pojmy regulační a automatizační techniky . . . . .	135
3.2	Složení regulačního obvodu . . . . .	135
3.3	Přenosové vlastnosti regulačních obvodů . . . . .	141
3.3.1	Lineární přenosové členy . . . . .	142
3.3.1.1	Lineární diferenciální rovnice . . . . .	144
3.3.1.2	Obrazový přenos $F(p)$ . . . . .	147
3.3.1.3	Přechodová funkce $h(\tau)$ . . . . .	147

3.3.1.4	Základní lineární přenosové členy . . . . .	148
3.3.1.5	Spojování základních přenosových členů; bloková algebra . . . . .	154
3.3.2	Nelineární přenosové členy . . . . .	157
3.3.2.1	Parazitní nelinearity . . . . .	158
3.3.2.2	Úmyslně zavedené nelinearity . . . . .	160
3.4	Regulovaná soustava . . . . .	161
3.4.1	Rozdělení regulovaných soustav . . . . .	161
3.4.2	Regulované soustavy statické a astatické a jejich matematický popis . . . . .	162
3.4.3	Aproximace regulovaných soustav vyšších řádů . . . . .	163
3.5	Regulátor . . . . .	164
3.5.1	Obecná skladba regulátoru . . . . .	165
3.5.2	Třídění regulátorů . . . . .	165
3.5.3	Spojité pracující regulátory . . . . .	168
3.5.4	Nespojité pracující regulátory . . . . .	171
3.6	Regulační obvod . . . . .	172
3.6.1	Lineární regulační obvody . . . . .	172
3.6.1.1	Tři základní druhy přenosů v jednoduchém regulačním obvodu . . . . .	172
3.6.1.2	Rozvětvené a víceparametrové regulační obvody . . . . .	174
3.6.2	Nelineární regulační obvody . . . . .	175
3.7	Regulační pochod . . . . .	175
3.7.1	Obecný průběh regulačního pochodu . . . . .	175
3.7.2	Regulační pochod v lineárních regulačních obvodech (spojitá regulace) . . . . .	176
3.7.2.1	Stabilita v obvodu se spojitě pracujícím regulátorem . . . . .	177
3.7.2.2	Jakost regulačního pochodu v obvodu se spojitě pracujícím regulátorem . . . . .	179
3.7.3	Regulační pochod v nelineárních regulačních obvodech . . . . .	181
3.8	Hlavní druhy regulátorů . . . . .	185
3.8.1	Přímé regulátory . . . . .	186
3.8.2	Nepřímé regulátory . . . . .	187
3.8.2.1	Elektrické regulátory . . . . .	187
3.8.2.2	Pneumatické regulátory . . . . .	197
3.8.2.3	Hydraulické regulátory . . . . .	206
3.8.2.4	Kombinované regulátory . . . . .	209
3.9	Pomocné operace v automatizační technice . . . . .	210
3.9.1	Povelová a reléová technika . . . . .	210
3.9.1.1	Povelové členy . . . . .	211
3.9.1.2	Spínací členy . . . . .	212
3.9.2	Signalizace . . . . .	215
3.9.2.1	Hlásičí členy (hlásiče, návěstidla) . . . . .	215
3.9.3	Jištění a blokování . . . . .	217
3.9.4	Telemechanika . . . . .	217
3.9.5	Programování . . . . .	219
3.10	Automatizace provozních operací . . . . .	220
3.10.1	Automatizace diskontinuálního výrobního pochodu . . . . .	220
3.10.2	Automatizace kontinuálního výrobního pochodu . . . . .	223
3.11	Automatizace provozních měření . . . . .	225
3.11.1	Účel automatizace provozních měření . . . . .	225

3.11.2	Prostředky automatizace provozních měření . . . . .	226
3.12	Automatizace laboratorních operací . . . . .	227
3.13	Automatizace laboratorních měření . . . . .	231
3.14	Samočinné počítače . . . . .	239
3.14.1	Podstata samočinných počítačů . . . . .	239
3.14.1.1	Analogové samočinné počítače . . . . .	239
3.14.1.2	Princip analogového počítání . . . . .	242
3.14.1.3	Číslicové samočinné počítače . . . . .	246
3.14.1.4	Princip číslicových samočinných počítačů . . . . .	247
3.14.2	Základy programování analogových samočinných počítačů . . . . .	248
3.14.3	Použití samočinných počítačů k hodnocení a řízení průmyslových výrobních procesů . . . . .	249
	DODATEK . . . . .	251
	PŘÍLOHA . . . . .	252
	LITERATURA . . . . .	254
	REJSTŘÍK . . . . .	255