

ÚVOD . . . . .	13
1. PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ ELEKTRICKÝCH VELIČIN . . . . .	15
1.1. Význam a účel měření, chyby měření . . . . .	15
1.2. Vlastnosti měřicích přístrojů . . . . .	16
1.3. Elektrické měřicí přístroje . . . . .	19
1.3.1. Druhy měřicích přístrojů . . . . .	21
Kontrolní otázky a úkoly . . . . .	22
1.4. Principy měřicích přístrojů . . . . .	22
1.4.1. Magnetoelektrické přístroje . . . . .	22
1.4.1.1. Změna rozsahu magnetoelektrických přístrojů . . . . .	26
1.4.1.2. Vlastnosti magnetoelektrických přístrojů . . . . .	28
1.4.1.3. Magnetoelektrické přístroje s usměrňovačem . . . . .	29
1.4.1.4. Magnetoelektrické přístroje s termoelektrickým měničem . . . . .	29
1.4.1.5. Magnetoelektrické přístroje s vnitřním magnetem . . . . .	30
Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	30
1.4.2. Feromagnetické (elektromagnetické) přístroje . . . . .	31
Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	33
1.4.3. Elektrodynamické přístroje . . . . .	33
Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	36
1.4.4. Elektrostatické přístroje . . . . .	36
Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	37
1.4.5. Tepelné přístroje . . . . .	37
1.4.6. Indukční přístroje . . . . .	38
1.4.6.1. Indukční přístroj s otáčivým magnetickým polem . . . . .	38
1.4.6.2. Indukční přístroj s postupným magnetickým polem . . . . .	40
1.4.6.3. Vlastnosti indukčních přístrojů . . . . .	41
Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	42
1.4.7. Vibrační (rezonanční) přístroje . . . . .	42
1.4.8. Poměrové přístroje . . . . .	43
Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	45
1.5. Příslušenství měřicích přístrojů . . . . .	46
1.6. Základní metody měření . . . . .	47
1.6.1. Metody měření odporu . . . . .	47
1.6.1.1. Výhylkové metody měření odporu . . . . .	47
1.6.1.2. Nulové metody měření odporu (můstky) . . . . .	54
Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	59
1.6.2. Metody měření indukčnosti . . . . .	59
1.6.2.1. Měření indukčnosti cívek voltmetrem a ampérmetrem . . . . .	59
1.6.2.2. Měření vzájemné indukčnosti cívek voltmetrem a ampérmetrem . . . . .	63
1.6.2.3. Měření indukčnosti cívek rezonanční metodou . . . . .	64
1.6.3. Metody měření kapacity . . . . .	65
1.6.3.1. Měření kapacity kondenzátoru voltmetrem a ampérmetrem . . . . .	65

1.6.3.2.	Měření kapacity kondenzátoru rezonanční metodou . . . . .	66
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	67
1.6.4.	Střídavé můstky . . . . .	67
1.6.4.1.	Můstky pro měření kapacity . . . . .	69
1.6.4.2.	Můstky pro měření indukčnosti . . . . .	73
1.6.4.3.	Univerzální můstky . . . . .	75
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	75
1.6.5.	Metody měření výkonu . . . . .	76
1.6.5.1.	Měření výkonu stejnosměrného proudu voltmetrem a ampérmetrem .	76
1.6.5.2.	Měření výkonu střídavého proudu . . . . .	76
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	81
1.6.6.	Kompenzační měření . . . . .	81
1.6.6.1.	Dvojnásobná kompenzační metoda . . . . .	82
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	84
2.	<b>PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ NEELEKTRICKÝCH VELIČIN . . . . .</b>	<b>85</b>
2.1.	Měření tlaku a tlakového rozdílu . . . . .	85
2.1.1.	Jednotky tlaku . . . . .	85
2.1.2.	Kapalinové tlakoměry . . . . .	87
2.1.2.1.	Trubicový tlakoměr (tvaru U) . . . . .	87
2.1.2.2.	Nádobkový tlakoměr . . . . .	88
2.1.2.3.	Plovákový tlakoměr . . . . .	89
2.1.2.4.	Zvonový tlakoměr . . . . .	90
2.1.2.5.	Prstencový tlakoměr . . . . .	91
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	92
2.1.3.	Deformační tlakoměry . . . . .	93
2.1.3.1.	Bourdonův tlakoměr . . . . .	93
2.1.3.2.	Membránový tlakoměr . . . . .	94
2.1.3.3.	Vlnocový tlakoměr . . . . .	95
2.1.4.	Speciální druhy tlakoměrů . . . . .	96
2.1.4.1.	Magnetoelastický tlakoměr . . . . .	96
2.1.4.2.	Odporový tlakoměr . . . . .	96
2.1.4.3.	Piezoelektrický tlakoměr . . . . .	97
2.1.4.4.	Kapacitní tlakoměr . . . . .	97
2.1.4.5.	Pístový tlakoměr . . . . .	98
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	98
2.2.	Měření množství a průtoku . . . . .	99
2.2.1.	Metody měření objemu . . . . .	99
2.2.1.1.	Přerušovaná metoda měření objemu . . . . .	99
2.2.1.2.	Nepřerušovaná metoda měření objemu . . . . .	99
2.2.2.	Měření hmotnosti vážením . . . . .	100
2.2.3.	Měření průtoku kapalin a plynů . . . . .	101
2.2.3.1.	Dynamické průtokoměry . . . . .	101
2.2.4.	Rychlostní průtokoměry . . . . .	105
2.2.5.	Objemové průtokoměry . . . . .	106
2.2.6.	Plovákový průtokoměr (rotametr) . . . . .	106
2.2.7.	Speciální průtokoměry . . . . .	108
2.2.7.1.	Odporové průtokoměry . . . . .	108
2.2.7.2.	Indukční průtokoměry . . . . .	109
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	110
2.3.	Měření výšky hladiny . . . . .	110
2.3.1.	Přímé metody měření výšky hladiny . . . . .	110

2.3.1.1.	Průhledová okénka a stavoznaky	110
2.3.1.2.	Plováková zařízení	111
2.3.2.	Nepřímé metody měření výšky hladiny	111
2.3.2.1.	Měření výšky hladiny tlakoměry	111
2.3.2.2.	Měření výšky hladiny pomocí elektrod	112
2.3.2.3.	Měření výšky hladiny kapacitním snímačem	113
2.3.2.4.	Měření výšky hladiny odporovým snímačem	114
2.3.2.5.	Měření výšky hladiny radioizotopovým hladinoměrem	114
2.3.3.	Tlakový snímač hladiny ŽEPADIF	114
	Kontrolní otázky a úlohy	115
2.4.	Měření teploty	115
2.4.1.	Jednotky teploty	115
2.4.2.	Druhy teploměru	115
2.4.2.1.	Dilatační teploměry	116
2.4.2.2.	Odporové teploměry	121
2.4.2.3.	Termoelektrické teploměry	124
2.4.2.4.	Radiační teploměry (pyrometry)	126
2.4.3.	Měřicí obvody s odporovými a termoelektrickými snímači teploty	128
2.4.3.1.	Měřicí obvody s odporovým snímačem teploty	128
2.4.3.2.	Měřicí obvody s termoelektrickým článkem	130
2.4.4.	Provedení a popis teploměru vyráběných k. p. ZPA	132
	Kontrolní otázky a úlohy	134
2.5.	Měření tepla	134
2.5.1.	Jednotky tepla	134
2.5.2.	Průmyslové metody měření tepla	135
	Kontrolní otázky a úlohy	137
2.6.	Měření vlhkosti	137
2.6.1.	Absolutní a relativní vlhkost	137
2.6.2.	Provozní přístroje pro měření vlhkosti vzduchu	139
2.6.2.1.	Augustův vlhkoměr	139
2.6.2.2.	Assmannův vlhkoměr	140
2.6.2.3.	Odporový vlhkoměr	140
2.6.2.4.	Elektrolytický vlhkoměr	141
2.6.2.5.	Vlasový vlhkoměr (hygrometr)	141
2.6.2.6.	Vlhkoměr pro měření rosného bodu	142
2.7.	Měření hustoty	143
2.7.1.	Plovákový hustoměr s částečným ponořením	143
2.7.2.	Plovákový hustoměr s úplným ponořením	144
	Kontrolní otázky a úlohy	145
2.8.	Měření otáček	146
2.8.1.	Základní pojmy	146
2.8.2.	Kontaktní otáčkoměry	146
2.8.2.1.	Mechanické otáčkoměry	146
2.8.2.2.	Magnetické indukční otáčkoměry	147
2.8.2.3.	Elektrické indukční otáčkoměry	148
2.8.2.4.	Kapalinový (hydraulický) otáčkoměr	149
2.8.2.5.	Pneumatický otáčkoměr	150
2.8.3.	Bezkontaktní otáčkoměry	150
2.8.3.1.	Indukční impulsový otáčkoměr	150
2.8.3.2.	Indukčnostní (oscilátorový) otáčkoměr	152
2.8.3.3.	Fotoelektrický otáčkoměr	152

2.8.3.4.	Stroboskopický otáčkoměr . . . . .	152
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	154
2.9.	Měření složení plynů . . . . .	155
2.9.1.	Chemické analyzátory . . . . .	155
2.9.2.	Elektrické analyzátory . . . . .	156
2.9.3.	Magnetické analyzátory . . . . .	157
2.9.4.	Jiné analyzátory . . . . .	158
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	158
2.10.	Měření elektrické vodivosti a viskozity kapalin . . . . .	159
2.10.1.	Měření elektrické vodivosti . . . . .	159
2.10.2.	Měření viskozity . . . . .	160
2.11.	Měření <i>pH</i> . . . . .	162
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	164
3.	<b>OVLÁDACÍ A SIGNALIZAČNÍ PŘÍSTROJE</b> . . . . .	165
3.1.	Ovládání, zpětná kontrola a ochrana . . . . .	165
3.2.	Ovládací a signalizační zařízení . . . . .	167
3.2.1.	Stykače . . . . .	167
3.2.1.1.	Dvou vodičové ovládání . . . . .	169
3.2.1.2.	Třívodičové ovládání . . . . .	169
3.2.1.3.	Ovládání z většího počtu míst . . . . .	170
3.2.1.4.	Impulsové ovládání . . . . .	170
3.2.1.5.	Ovládání při reverzaci . . . . .	171
3.2.2.	Relé . . . . .	173
3.2.2.1.	Pomocné relé . . . . .	173
3.2.2.2.	Časové relé . . . . .	173
3.2.3.	Bezkontaktní spínací součástky . . . . .	174
3.2.4.	Zařízení pro ruční ovládání . . . . .	174
3.2.4.1.	Spínače . . . . .	174
3.2.4.2.	Přepínače . . . . .	174
3.2.4.3.	Tlačítka . . . . .	175
3.2.4.4.	Zařízení s plynulým ovládáním . . . . .	175
3.2.5.	Selsyny . . . . .	176
3.2.6.	Signální světla a transparenty . . . . .	177
3.3.	Reléové ochrany . . . . .	178
3.3.1.	Tepelné relé . . . . .	179
3.3.2.	Elektromagnetické relé . . . . .	180
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	180
4.	<b>DÁLKOVÉ MĚŘENÍ</b> . . . . .	181
4.1.	Základní pojmy . . . . .	181
4.2.	Amplitudové soustavy dálkového měření . . . . .	182
4.2.1.	Nekompenzované amplitudové soustavy . . . . .	182
4.2.1.1.	Přímé soustavy . . . . .	182
4.2.1.2.	Soustavy s převodníky . . . . .	183
4.2.2.	Kompenzované amplitudové soustavy . . . . .	184
4.2.2.1.	Napěťová kompenzace . . . . .	184
4.2.2.2.	Momentová kompenzace . . . . .	184
4.3.	Impulsové soustavy a frekvenční soustavy . . . . .	186
4.3.1.	Soustavy s měronosnou hustotou impulsů . . . . .	187
4.3.2.	Soustavy s měronosnou délkou impulsu . . . . .	189
4.3.3.	Soustavy s měronosným počtem impulsů . . . . .	190

4.3.4.	Frekvenční soustavy . . . . .	191
4.4.	Spojovací cesty . . . . .	193
4.4.1.	Samostatná vzdušná a kabelová vedení . . . . .	193
4.4.2.	Pracovní vedení vn . . . . .	194
4.4.3.	Bezdrátový přenos . . . . .	195
4.4.4.	Přenosová zařízení . . . . .	196
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	197
5.	<b>PŘÍSTROJE PRO DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ A REGULACI NEELEKTRICKÝCH VELIČIN . . . . .</b>	<b>198</b>
5.1.	Základní pojmy a názvy regulačního obvodu . . . . .	198
5.2.	Druhy regulovaných soustav . . . . .	199
5.2.1.	Přechodová funkce a přechodová charakteristika . . . . .	200
5.2.2.	Frekvenční přenos a frekvenční charakteristika . . . . .	201
5.2.3.	Vlastnosti a charakteristiky statických soustav . . . . .	203
5.2.4.	Vlastnosti a charakteristiky astatických soustav . . . . .	205
5.3.	Druhy regulace a regulačních obvodů . . . . .	205
5.3.1.	Druhy regulace . . . . .	206
5.3.2.	Druhy regulačních obvodů . . . . .	207
5.4.	Regulátory . . . . .	208
5.4.1.	Rozdělení regulátorů . . . . .	208
5.4.2.	Základní typy regulátorů . . . . .	211
5.4.2.1.	Proporcionální regulátor (P) . . . . .	211
5.4.2.2.	Integrační regulátor (I) . . . . .	212
5.4.2.3.	Derivační regulátor (D) . . . . .	215
5.4.3.	Regulační pochody, kvalita, stabilita a podmínky optimality . . . . .	215
5.4.3.1.	Regulační pochod . . . . .	215
5.4.3.2.	Kvalita regulace . . . . .	216
5.4.3.3.	Stabilita regulačního pochodu . . . . .	217
5.4.3.4.	Optimální nastavení regulátoru . . . . .	217
5.4.4.	Příklady použití jednotlivých druhů regulátorů . . . . .	218
5.4.4.1.	Spojité regulátory . . . . .	218
5.4.4.2.	Nespojité regulátory . . . . .	219
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	220
5.5.	Elektrické a elektronické regulační systémy . . . . .	221
5.5.1.	Převodníky . . . . .	221
5.5.2.	Ústřední členy elektrických a elektronických regulátorů . . . . .	226
5.5.2.1.	Elektrické regulátory . . . . .	226
5.5.2.2.	Elektronické regulátory . . . . .	232
5.5.3.	Zesilovače . . . . .	235
5.5.4.	Akční členy (pohony a regulační orgány) . . . . .	236
5.5.5.	Vyhodnocovací přístroje . . . . .	237
5.5.5.1.	Elektrické ukazovací přístroje . . . . .	237
5.5.5.2.	Elektrické zapisovací přístroje . . . . .	239
5.5.6.	Provozní a elektronické regulační systémy . . . . .	241
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	244
5.6.	Pneumatický regulační systém . . . . .	244
5.6.1.	Pneumatické převodníky . . . . .	245
5.6.1.1.	Nízkotlaké převodníky . . . . .	245
5.6.1.2.	Vysokotlaké převodníky . . . . .	247
5.6.2.	Pneumatické regulátory (ústřední členy) . . . . .	247
5.6.3.	Pneumatické členy pro matematickou úpravu signálu . . . . .	249

5.6.4.	Pneumatické akční členy . . . . .	251
5.6.5.	Pneumatické vyhodnocovací přístroje . . . . .	252
5.6.5.1.	Pneumatické ukazovací přístroje . . . . .	252
5.6.5.2.	Pneumatické zapisovací přístroje . . . . .	253
5.7.	Hydraulický regulační systém . . . . .	253
5.7.1.	Šoupátkové hydraulické regulátory . . . . .	253
5.7.2.	Tryskové hydraulické regulátory . . . . .	254
5.7.3.	Hydraulické členy pro matematickou úpravu signálů . . . . .	256
5.7.4.	Hydraulické akční členy . . . . .	257
5.8.	Kombinované regulační systémy . . . . .	258
5.8.1.	Elektricko-pneumatické převodníky . . . . .	258
5.8.3.	Elektricko-hydraulické převodníky . . . . .	259
5.8.3.	Elektricko-elektrické převodníky . . . . .	259
5.9.	Řídicí stanoviště . . . . .	260
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	261
6.	LOGICKÉ OBVODY . . . . .	262
6.1.	Boolova algebra . . . . .	262
6.1.1.	Logické funkce . . . . .	262
6.1.2.	Časový diagram a schematické značky nejdůležitějších logických členů . . . . .	267
6.1.3.	Některá základní pravidla Boolovy algebry . . . . .	268
6.2.	Logická schémata . . . . .	270
6.3.	Kombinační logické obvody . . . . .	273
6.3.1.	Obvody realizující aritmetický součet . . . . .	273
6.3.2.	Převodníky . . . . .	275
6.3.3.	Realizace logických členů . . . . .	278
6.3.4.	Logické členy v integrovaném provedení . . . . .	281
6.4.	Sekvenční logické obvody . . . . .	283
6.4.1.	Klopné obvody . . . . .	284
6.4.1.1.	Asynchronní klopný obvod <i>RS</i> . . . . .	284
6.4.1.2.	Synchronní klopný obvod <i>RS</i> . . . . .	285
6.4.1.3.	Klopný obvod <i>D</i> . . . . .	286
6.4.1.4.	Klopný obvod <i>JK</i> . . . . .	287
6.4.1.5.	Klopný obvod <i>T</i> . . . . .	289
6.4.1.6.	Čítače . . . . .	289
6.4.1.7.	Asynchronní dvojkový čítač vpřed z klopných obvodů <i>JK</i> . . . . .	290
6.4.1.8.	Posuvné registry . . . . .	292
6.4.1.9.	Posuvný registr se sériovým vstupem a výstupem . . . . .	293
6.4.1.10.	Použití posuvných registrů k sériovému sčítání . . . . .	294
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	295
7.	ÚVOD DO KYBERNETIKY . . . . .	296
7.1.	Základní pojmy . . . . .	296
7.1.1.	Přenos a zpracování informace . . . . .	296
7.2.	Analogové počítače . . . . .	297
7.2.1.	Operační zesilovače . . . . .	298
7.2.2.	Lineární počítačí jednotky . . . . .	299
7.2.3.	Potenciometry . . . . .	302
7.2.4.	Výstupní zařízení . . . . .	304
7.2.5.	Princip programování . . . . .	304
7.2.6.	Popis a obsluha analogových počítačů . . . . .	305
7.3.	Číslicové počítače . . . . .	305

7.3.1.	Číselné soustavy . . . . .	307
7.3.2.	Kódy a kódování . . . . .	308
7.3.3.	Popis číslicového počítače a jeho činnosti. . . . .	310
7.3.3.1.	Ústřední část počítače . . . . .	311
7.3.3.2.	Přídavná (periferní) zařízení . . . . .	314
7.3.3.3.	Paměti . . . . .	316
7.3.3.4.	Mikroprocesory a mikropočítače. . . . .	318
7.4.	Řídicí systémy s číslicovými počítači . . . . .	319
7.5.	Měřicí ústředny a číslicové informační systémy . . . . .	321
7.5.1.	Měřicí ústředny . . . . .	321
7.5.2.	Číslicové informační systémy . . . . .	323
7.6.	Programování . . . . .	323
	Kontrolní otázky a úlohy . . . . .	325
8.	SOUHRN BEZPEČNOSTNÍCH PŘEDPISŮ A ČS. NOREM. . . . .	327
	LITERATURA . . . . .	328