

	ÚVOD	13
1.	PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ ELEKTRICKÝCH VELIČIN	15
1.1.	Význam a účel měření, chyby	15
1.2.	Vlastnosti měřicích přístrojů	16
1.3.	Elektrické měřicí přístroje	21
1.3.1.	Rozdělení měřicích přístrojů	21
	Kontrolní otázky a úlohy	22
1.4.	Principy měřicích přístrojů	23
1.4.1.	Magnetoelektrické přístroje	26
1.4.1.1.	Změna rozsahu magnetoelektrických přístrojů	31
1.4.1.2.	Vlastnosti magnetoelektrických přístrojů	31
1.4.1.3.	Magnetoelektrické přístroje s usměrňovačem	33
1.4.1.4.	Magnetoelektrické přístroje s termoelektrickým článkem	34
1.4.1.5.	Magnetoelektrické přístroje s vnitřním magnetem	34
	Kontrolní otázky a úlohy	35
1.4.2.	Elektromagnetické (feromagnetické) přístroje	39
	Kontrolní otázky a úlohy	39
1.4.3.	Elektrodynamické přístroje	43
	Kontrolní otázky a úlohy	44
1.4.4.	Ferodynamické přístroje	45
	Kontrolní otázky a úlohy	45
1.4.5.	Indukční přístroje	46
1.4.5.1.	Indukční přístroj s otáčivým magnetickým polem	48
1.4.5.2.	Indukční přístroj s postupným magnetickým polem	49
1.4.5.3.	Vlastnosti indukčních přístrojů	49
	Kontrolní otázky a úlohy	49
1.4.6.	Tepelné přístroje	50
1.4.7.	Elektrostatické přístroje	52
	Kontrolní otázky a úlohy	52
1.4.8.	Rezonanční přístroje	53
1.4.9.	Poměrové přístroje	53
	Kontrolní otázky a úlohy	55
1.5.	Složitější měřicí přístroje a zařízení	55
1.5.1.	Univerzální měřicí přístroje	57
1.5.2.	Zapisovací přístroje (zapisovače)	57
2.	ZÁKLADNÍ MĚŘICÍ METODY	60
2.1.	Metody měření odporu	60
2.1.1.	Výhylkové metody měření odporu	60
2.1.1.1.	Měření odporu voltmetrem a ampérmetrem (Ohmova metoda)	63
2.1.1.2.	Porovnávací metody měření odporu	65
2.1.1.3.	Měření odporu voltmetrem	66
2.1.1.4.	Měření odporu ohmmetrem	66

2.1.2.	Nulové metody měření odporu (můstkové metody)	68
2.1.2.1.	Jednoduchý (Wheatstonův) můstek	68
2.1.2.2.	Laboratorní Wheatstonovy můstky	69
2.1.2.3.	Provozní (montážní) Wheatstonovy můstky	71
2.1.2.4.	Dvojitý (Thomsonův) můstek	73
	Kontrolní otázky a úlohy	76
2.2.	Metody měření impedance a kapacity	76
2.2.1.	Měření impedance voltmetrem a ampérmetrem	77
2.2.2.	Měření kapacity kondenzátorů voltmetrem a ampérmetrem	77
2.2.3.	Měření kapacity kondenzátorů rezonanční metodou	79
2.3.	Metody měření indukčnosti	82
2.3.1.	Měření indukčnosti cívek voltmetrem a ampérmetrem	82
2.3.1.1.	Měření indukčnosti cívek bez feromagnetického jádra	83
2.3.1.2.	Měření indukčnosti cívek s feromagnetickým jádrem	85
2.3.1.3.	Měření vzájemné indukčnosti cívek voltmetrem a ampérmetrem	86
2.3.1.4.	Měření indukčnosti cívek rezonanční metodou	87
	Kontrolní otázky a úlohy	90
2.4.	Metody měření výkonu	90
2.4.1.	Měření výkonu stejnosměrného proudu voltmetrem a ampérmetrem	90
2.4.2.	Měření výkonu střídavého proudu	91
2.4.2.1.	Měření výkonu v jednofázové soustavě	92
2.4.2.2.	Měření výkonu v trojfázové soustavě	93
	Kontrolní otázky a úlohy	96
3.	SLOŽITĚJŠÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ	97
3.1.	Střídavé můstky	97
3.1.1.	Můstky pro měření kapacity	101
3.1.1.1.	Můstek De Sautyho	102
3.1.1.2.	Wienův můstek	103
3.1.1.3.	Scheringův můstek	104
3.1.2.	Můstky pro měření indukčnosti	106
3.1.2.1.	Maxwellův můstek	107
3.1.2.2.	Maxwellův-Wienův můstek	107
3.1.2.3.	Owenův můstek	108
3.1.3.	Univerzální můstky (můstky RLC)	109
3.1.3.1.	Střídavé transformátorové můstky	112
	Kontrolní otázky a úlohy	116
3.2.	Kompenzátory	116
3.2.1.	Dvojnásobná kompenzační metoda	117
3.2.2.	Feussnerův kompenzátor	118
3.2.3.	Měření proudu a odporu kompenzační metodou	120
3.2.4.	Měření napětí kompenzátořem QTK	121
	Kontrolní otázky a úlohy	122
4.	KONSTRUKCE MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ	123
4.1.	Hrubá montáž elektrických měřicích přístrojů	128
4.1.1.	Základní deska	128
4.1.2.	Plášť měřicího přístroje	132
4.1.3.	Nepohyblivá část měřicího přístroje	133
4.1.3.1.	Nepohyblivá část magneťoelektrického přístroje	133

4.1.3.2.	Nepohyblivá část elektromagnetického (feromagnetického) přístroje	139
4.1.3.3.	Nepohyblivá část elektrodynamického přístroje	142
4.1.3.4.	Nepohyblivá část ferodynamického přístroje	142
	Kontrolní otázky a úlohy	145
4.2.	Jemná montáž elektrických měřicích přístrojů	147
4.2.1.	Otočné části měřicích přístrojů a jejich montáž	147
4.2.1.1.	Otočná část magnetoelektrického přístroje	147
	Kontrolní otázky a úlohy	152
4.2.1.2.	Otočná část elektromagnetického přístroje	152
	Kontrolní otázky a úlohy	155
4.2.1.3.	Otočná část elektrodynamického přístroje	155
4.2.1.4.	Otočná část ferodynamického přístroje	156
	Kontrolní otázky a úlohy	156
4.2.2.	Druhy uložení otočné části, ložiskové díly	157
	Kontrolní otázky a úlohy	159
4.2.3.	Vkládání otočné části do stojánku	160
4.2.3.1.	Vkládání otočné části s hrotovým uložením	160
4.2.3.2.	Vkládání otočné části se závěsovým uložením	161
	Kontrolní otázky a úlohy	162
4.2.4.	Tlumení	162
4.2.5.	Aretace	164
	Kontrolní otázky a úlohy	164
4.3.	Mechanické a elektrické nastavování elektrických měřicích přístrojů a další činnosti při jejich výrobě	165
4.3.1.	Způsoby vyvažování otočných částí	165
4.3.2.	Osová vůle, vliv polohy měřicího přístroje na přesnost měření	166
	Kontrolní otázky a úlohy	167
4.3.3.	Elektrické nastavování	167
	Kontrolní otázky a úlohy	170
4.3.4.	Teplotní kompenzace	170
4.3.5.	Způsoby kalibrování měřicích přístrojů	171
	Kontrolní otázky a úlohy	174
4.3.6.	Číselníky měřicích přístrojů	174
4.3.6.1.	Údaje a značky na číselnících	175
4.3.6.2.	Rýsování stupnic	177
4.3.6.3.	Tisk stupnic	178
4.3.7.	Závěrečné práce na měřicím přístroji	179
	Kontrolní otázky a úlohy	179
4.4.	Pomocné vybavení	180
4.4.1.	Rezistory používané v měřicí technice	180
4.4.1.1.	Rezistory pro zvětšování rozsahu	180
4.4.1.1.1.	Předřadné rezistory pro měřicí přístroje	181
4.4.1.1.2.	Bočníky pro měřicí přístroje	184
4.4.1.2.	Rezistory pro odporové dekády	184
4.4.1.3.	Odporové etalony	187
	Kontrolní otázky a úlohy	188
4.4.2.	Transformátory	188
	Kontrolní otázky a úlohy	191
4.4.3.	Svorky a svorkovnice	192
	Kontrolní otázky a úlohy	194
4.4.4.	Usměrňovače	195
	Kontrolní otázky a úlohy	198
4.4.5.	Termoelektrické články	198
	Kontrolní otázky a úlohy	200
4.4.6.	Fotocitlivé součástky	200

4.4.7.	Technika plošných spojů	201
4.4.7.1.	Metody výroby plošných spojů	202
4.4.7.2.	Zhotovování podkladů pro výrobu plošných spojů	204
	Kontrolní otázky a úlohy	205
4.5.	Opravy měřicích přístrojů	205
4.5.1.	Mechanické poškození měřicího přístroje	206
4.5.2.	Poškození měřicího přístroje elektrickým přetížením	206
4.5.3.	Zmenšení přesnosti měřicího přístroje	208
	Kontrolní otázky a úlohy	208
5.	PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ NEELEKTRICKÝCH VELIČIN	209
5.1.	Pasívní snímače a aktivní snímače	209
5.1.1.	Pasívní snímače	209
5.1.1.1.	Odporové snímače	209
5.1.1.2.	Indukčnostní snímače	215
5.1.1.3.	Kapacitní snímače	216
5.1.1.4.	Magnetické snímače	218
5.1.2.	Aktivní snímače	218
5.1.2.1.	Indukční snímače	219
5.1.2.2.	Termoelektrické snímače	220
5.1.2.3.	Fotoelektrické snímače	221
5.1.2.4.	Piezoelektrické snímače	223
5.1.2.5.	Hallový snímače	224
	Kontrolní otázky a úlohy	224
5.2.	Měření tlaku	224
5.2.1.	Jednotky tlaku	224
5.2.2.	Kapalinové tlakoměry	225
5.2.2.1.	Trubicový tlakoměr (tvaru U)	226
5.2.2.2.	Nádobkový tlakoměr	226
5.2.2.3.	Plovákový tlakoměr	227
5.2.2.4.	Zvonový tlakoměr	227
5.2.2.5.	Prstencový tlakoměr	228
5.2.3.	Deformační tlakoměry	229
5.2.3.1.	Bourdonův tlakoměr	239
5.2.3.2.	Membránový tlakoměr	230
5.2.3.3.	Vlnovcový tlakoměr	230
5.2.4.	Pístový tlakoměr	230
5.2.5.	Speciální tlakoměry	231
	Kontrolní otázky a úlohy	231
5.3.	Měření výšky hladiny kapalin a sypkých látek	231
5.3.1.	Přímé metody měření výšky hladiny	231
5.3.1.1.	Plovákové hladinoměry	232
5.3.2.	Nepřímé metody měření výšky hladiny	232
5.3.2.1.	Měření výšky hladiny tlakoměrem	232
5.3.2.2.	Měření výšky hladiny pomocí elektrod	233
5.3.2.3.	Měření výšky hladiny kapacitním snímačem	233
5.3.2.4.	Měření výšky hladiny radiačním hladinoměrem	234
5.4.	Měření otáček	234
5.4.1.	Základní pojmy	234
5.4.2.	Mechanické otáčkoměry	234
5.4.2.1.	Odstředivý otáčkoměr	234
5.4.2.2.	Rezonanční otáčkoměr	235
5.4.3.	Elektrické indukční otáčkoměry	235

5.4.4.	Bezkontaktní otáčkoměry	236
5.4.4.1.	Indukční impulsový otáčkoměr	237
5.4.4.2.	Indukčnostní (oscilátorový) otáčkoměr	238
5.4.4.3.	Fotoelektrický otáčkoměr	238
5.4.4.4.	Stroboskopický otáčkoměr	238
	Kontrolní otázky a úlohy	239
5.5.	Měření teploty	239
5.5.1.	Jednotky teploty	239
5.5.2.	Dilatační teploměry	239
5.5.2.1.	Kapalinové teploměry	240
5.5.2.2.	Tyčové teploměry	241
5.5.2.3.	Teploměry s dvojkovem	241
5.5.2.4.	Tlakové teploměry	242
5.5.3.	Odporové teploměry a termoelektrické teploměry	242
5.5.4.	Radiační teploměry (pyrometry)	242
5.5.5.	Měřicí obvody s odporovými a termoelektrickými snímači teploty	243
5.5.5.1.	Měřicí obvody s odporovým snímačem teploty	243
5.5.5.2.	Měřicí obvody s termoelektrickým článkem	245
5.6.	Měření tepla	246
5.7.	Snímače radioaktivního (ionizujícího) záření	246
5.7.1.	Základní veličiny a jednotky	246
5.7.2.	Snímače radioaktivního záření	247
5.7.2.1.	Ionizační snímače	247
5.7.2.2.	Geigerovy-Müllerovy trubice	248
5.7.2.3.	Scintilační snímače	248
5.7.2.4.	Přístroje na měření dávky radioaktivního záření — dozimetry	248
5.8.	Měření <i>pH</i>	248
	Kontrolní otázky a úlohy	250
6.	DÁLKOVÉ MĚŘENÍ	251
6.1.	Základní pojmy	251
6.2.	Soustavy dálkového měření a přenosové cesty	251
6.2.1.	Amplitudové soustavy dálkového měření	252
6.2.1.1.	Nekompenzované amplitudové soustavy	252
6.2.1.2.	Kompenzované amplitudové soustavy	253
6.2.2.	Frekvenční soustavy dálkového měření	254
6.2.3.	Impulsové soustavy dálkového měření	255
6.2.3.1.	Soustavy s měronosnou frekvencí impulsů	255
6.2.3.2.	Soustavy s měronosnou délkou impulsů	257
6.2.3.3.	Soustavy s měronosným počtem impulsů	257
6.2.4.	Přenosové cesty	258
6.2.4.1.	Vzdušná a kabelová vedení	258
6.2.4.2.	Energetická vedení	259
6.2.4.3.	Bezdrátový přenos	259
6.3.	Laserová technika a její využití	259
	Kontrolní otázky a úlohy	260
7.	AUTOMATICKÁ REGULACE	261
7.1.	Základní části a veličiny regulačního obvodu	261
7.1.1.	Druhy regulovaných soustav	262
7.1.2.	Druhy regulací a regulačních obvodů	263