

OBSAH

	PŘEDMLUVA	7
	SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ	9
1.	ZÁKLADNÍ POJMY MĚŘICÍ TECHNIKY	13
1.1	Význam a účel měření v technické praxi	13
1.2	Metrologický systém	14
1.2.1	Metrologická návaznost	14
2.	ZÁKLADY TEORIE MĚŘENÍ	15
2.1	Základní terminologie	15
2.2	Metody měření	16
2.3	Analýza výsledků měření	17
2.3.1	Jevy a pravděpodobnost	17
2.3.1.1	Normální rozdělení	20
2.3.2	Chyby měření	23
2.3.2.1	Rozdělení chyb	23
2.3.2.2	Zdroje chyb měření	25
2.3.3	Nejistoty měření	25
2.3.3.1	Stanovení standardních nejistot	26
2.3.3.2	Zdroje nejistot	28
2.3.3.3	Korekce chyb a nejistot	28
2.3.3.4	Zpracování měření	29
3.	MĚŘICÍ PŘÍSTROJE A JEJICH VLASTNOSTI	29
3.1	Měřicí přístroje	29
3.1.1	Statické vlastnosti měřicích přístrojů	30
3.1.2	Dynamické vlastnosti	33
3.1.3	Informační vlastnosti	34
3.1.4	Rovnováha sil a momentů na přístroji	35
4.	SNÍMAČE A ELEKTRICKÉ VYHODNOCOvacÍ OBVODY	35
4.1	Snímače	36
4.1.1	Pasivní snímače (převodníky)	37
4.1.2	Aktivní snímače (převodníky)	41
4.2	Elektrické a elektronické vyhodnocovací obvody	42
4.2.1	Místkové obvody	42
4.2.2	Elektronické obvody	43
4.3	Prostředky pro automatizaci a měření	44
4.4	Optoelektronické senzory	44
5.	MĚŘENÍ POLOHY A VZDÁLENOSTI	45
5.1	Analogové snímače polohy	45
5.1.1	Odporové snímače	45
5.1.2	Indukčnostní snímače	46
5.1.3	Kapacitní snímače	50
5.1.4	Laserové interferometry	52
5.2	Číselnicové snímače polohy	53
5.2.1	Inkrementální snímače polohy	53
5.2.2	Absolutní snímače	54
5.3	Proximitní snímače	55
5.4	Diskrétní snímače polohy	56
6.	MĚŘENÍ TLAKU	57
6.1	Základní pojmy a základní rozdělení tlakoměrů	57
6.2	Přístroje na měření tlaku dle definice	58
6.2.1	Zvonové a pístové tlakoměry	58
6.2.2	Kapalinové tlakoměry	61

6.3	Deformační tlakoměry	64
6.4	Elektrické tlakoměry	66
6.5	Zabudování tlakoměrů	67
7.	MĚŘENÍ VÝŠKY HLADINY	68
7.1	Přímé metody	68
7.1.1	Průhledové stavoznaky	68
7.1.2	Plovákové stavoznaky	68
7.2	Nepřímé měření výšky hladiny	69
7.2.1	Hydrostatické měření výšky	69
7.2.2	Pneumatické stavoznaky	70
7.3	Elektrické měření výšky hladiny	71
7.4	Ostatní metody měření výšky hladiny	72
7.4.1	Radioizotopové hladinoměry	72
7.4.2	Ultrazvukové hladinoměry	72
7.4.3	Vibrační a elektromechanické snímače	72
7.4.4	Ostatní snímače výšky hladiny	73
8.	MĚŘENÍ TEPLoty, TEPLA A TEPELNÉHO VÝKONU	73
8.1	Základní pojmy	73
8.2	Rozdělení teploměrů	75
8.3	Dotykové teploměry	75
8.3.1	Dilatační teploměry	75
8.3.1.1	Teploměry kapalinové	75
8.3.1.2	Plynové přetlakové teploměry	79
8.3.1.3	Kovové teploměry	79
8.4	Elektrické teploměry	81
8.4.1	Odporové teploměry	81
8.4.1.1	Konstrukce odporových teploměrů	83
8.4.1.2	Měření odporu	84
8.4.2	Iontové teploměry	85
8.4.3	Krystalové teploměry	85
8.4.4	Termoelektrické teploměry	86
8.4.4.1	Měření termoelektrického napětí	87
8.4.4.2	Chyby termočlánků	88
8.5	Speciální dotykové teploměry	89
8.5.1	Keramické žároměrky	89
8.5.2	Barevné indikátory	89
8.6	Bezdotykové teploměry	90
8.6.1	Pyrometry	90
8.6.1.1	Spektrální (jasové) pyrometry	91
8.6.1.2	Barvové (distribuční) teploměry	91
8.6.1.3	Radiační (úhrnné) pyrometry	92
8.6.1.4	Pásmové pyrometry (fotoelektrické)	93
8.6.1.5	Infráčervené pyrometry	93
8.6.2	Fotografické měření teplot (fototermometrie)	95
8.6.3	Termovize	95
8.7	Měření tepla a tepelného výkonu	98
8.7.1	Měření tepla ve vodní síti	98
8.7.2	Měření tepla v páni tepelné síti	99
8.7.3	Poměrové měřiče tepla	99
9.	MĚŘENÍ ČASU, OTÁČEK A MECHANICKÝCH KMITŮ	99
9.1	Měření času	99
9.2	Snímače otáček	100
9.2.1	Snímání rychlosti	100
9.2.2	Impulsní snímače otáček	101

9.2.3	Rezonanční otáčkoměry	103
9.2.4	Stroboskopy	101
9.2.5	Ostatní otáčkoměry	104
9.3	Měření mechanického kmitání	104
9.3.1	Charakteristika kmitání	104
9.3.2	Snímače kmitání	105
9.3.2.1	Snímače výchylky	105
9.3.2.2	Snímače rychlosti	106
9.3.2.3	Snímače zrychlení - akcelerometry	106
9.3.3	Analýza kmitání	110
9.3.3.1	Frekvenční analýza	111
10	MĚŘENÍ SIL, MOMENTU A VÝKONU	117
10.1	Snímače síly	117
10.1.1	Tenzometrické snímače napětí	117
10.1.1.1	Provedení tenzometrických snímačů	121
10.1.2	Snímače sil s převodem deformace na polohu	124
10.1.3	Piezoelektrické snímače síly	124
10.1.4	Snímače pracující na principu magnetických vlastností	125
10.1.5	Ostatní typy snímačů	126
10.2	Měření krouticího momentu a výkonu	127
10.2.1	Měření krouticího momentu	128
10.2.2	Měření výkonu	130
11.	MĚŘENÍ PRŮTOKU, PROTEKLÉHO MNOŽSTVÍ A RYCHLOSTI PROUDĚNÍ TEKUTIN	133
11.1	Objemová měřidla	134
11.2	Rychlostní měřidla	136
11.2.1	Rychlostní sondy	136
11.2.2	Anemometry	139
11.2.3	Vodoměry	141
11.2.4	Vírové a vířivé průtokoměry	142
11.2.5	Tepelné průtokoměry	143
11.2.6	Ultrazvukový průtokoměr	144
11.2.7	Magnetické indukční průtokoměry	146
11.2.8	Coriolisovy hmotnostní průtokoměry	147
11.2.9	Optické vláknové průtokoměry	149
11.2.10	Průřezová měřidla průtoku – škrtící orgány	149
11.2.11	Zvláštní typy rychlostních průtokoměrů	154
11.2.12	Plovákové průtokoměry	155
11.2.13	Měření průtoku v otevřeném kanálu	157
11.3	Volba průtokoměru	158
12.	MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ PLYNŮ A KAPALIN A ANALÝZA PLYNŮ	158
12.1	Vlhkost plynů	158
12.1.1	Základní pojmy	158
12.1.2	Psychrometry	159
12.1.3	Hygrometry	160
12.1.4	Rosné vlhkoměry	161
12.2	Analýza kapalin	162
12.2.1	Viskozita tekutin	162
12.2.2	Elektrická vodivost kapalin	164
12.2.3	Koncentrace vodíkových iontů (pH)	165
12.3	Analýza plynů	166
12.3.1	Chemické analyzátoary	167
12.3.2	Fyzikální analyzátoary	168

13.	PRŮMYSLOVÉ MĚŘICÍ SYSTÉMY	172
13.1	Přenos informací o měřených veličinách – komunikační řetězce	173
13.1.1	Filozofie rozsáhlých měřicích systémů	174
13.2	Průmyslové měřicí systémy – základní typy	177
13.3	Software pro obsluhu průmyslových měřicích systémů a vizualizaci	178
14.	ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA	179
14.1	Kapacitní rušení	180
14.2	Indukční rušení	181
14.3	Galvanické rušení	182
15.	ZÁKLADY DIAGNOSTIKY	184
15.1	Základní pojmy	184
15.2	Diagnostické metody a postupy	184
15.3	Metody technické diagnostiky	186
15.3.1	Subjektivní metody	186
15.3.2	Objektivní metody	187
15.3.2.1	Tribodiagnostické metody	188
15.3.2.2	Vibroakustické metody	189
	LITERATURA	191
	PŘÍLOHY	193