

OBSAH

	ÚVOD	7
1.	ZÁKLADNÍ POJMY MĚŘÍCÍ TECHNIKY	9
1.1	Význam a účel měření v technické praxi	9
1.2	Metrologický systém	9
1.2.1	Metrologická návaznost	10
2.	ZÁKLADY TEORIE MĚŘENÍ	10
2.1	Základní terminologie	10
2.2	Metody měření	12
2.3	Vyhodnocování výsledků měření	12
2.3.1	Chyby měření	12
2.3.1.1	Rozdělení chyb	13
2.3.1.2	Zdroje chyb měření	14
2.3.2	Nejistoty měření	15
2.3.2.1	Stanovení standardních nejistot	15
2.3.2.2	Zdroje nejistot	17
2.3.2.3	Korekce chyb a nejistot	18
2.3.2.4	Zpracování měření	18
3.	MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE A JEJICH VLASTNOSTI	19
3.1	Měřicí přístroje	19
3.1.1	Statické vlastnosti měřících přístrojů	20
3.1.2	Dynamické vlastnosti	23
3.1.3	Informační vlastnosti	24
3.1.4	Rovnováha sil a momentů na přístroji	24
4.	SNÍMAČE A ELEKTRICKÉ VYHODNOCOVAČÍ OBVODY	25
4.1	Snímače	25
4.1.1	Pasivní snímače (převodníky)	26
4.1.2	Aktivní snímače (převodníky)	30
4.2	Elektrické a elektronické vyhodnocovací obvody	31
4.2.1	Můstkové obvody	32
4.2.2	Elektronické obvody	33
4.3	Prostředky pro automatizaci a měření	33
4.4	Optoelektronické senzory	33
5.	MĚŘENÍ POLOHY A VZDÁLENOSTI	34
5.1	Analogové snímače polohy	35
5.1.1	Odporové snímače	35
5.1.2	Indukčnostní snímače	36
5.1.3	Kapacitní snímače	39
5.1.4	Laserové interferometry	41
5.2	Číslicové snímače polohy	42
5.2.1	Inkrementální snímače polohy	42
5.2.2	Absolutní snímače	43
5.3	Proximitní snímače	44
5.4	Diskrétní snímače polohy	45
6.	MĚŘENÍ TLAKU	46
6.1	Základní pojmy a základní rozdělení tlakoměrů	46
6.2	Přístroje na měření tlaku dle definice	47
6.2.1	Zvonové a pístové tlakoměry	47
6.2.2	Kapalinové tlakoměry	50
6.3	Deformační tlakoměry	53
6.4	Elektrické tlakoměry	56

6.5	Zabudování tlakoměrů	57
7.	MĚŘENÍ VÝŠKY HLADINY	57
7.1	Přímé metody	58
7.1.1	Průhledové stavoznaky	58
7.1.2	Plovákové stavoznaky	58
7.2	Nepřímé měření výšky hladiny	59
7.2.1	Hydrostatické měření výšky	59
7.2.2	Pneumatické stavoznaky	60
7.3	Elektrická zařízení k měření výšky hladiny	60
7.4	Ostatní stavoznaky	61
7.4.1	Radioizotopové hladinoměry	61
7.4.2	Ultrazvukové hladinoměry	62
7.4.3	Vibrační a elektromechanické snímače	62
7.4.4	Ostatní snímače výšky hladiny	62
8.	MĚŘENÍ TEPLoty, TEPLA A TEPELNÉHO VÝKONU	63
8.1	Základní pojmy	63
8.2	Rozdělení teploměrů	64
8.3	Dotykové teploměry	65
8.3.1	Dilatační teploměry	65
8.3.1.1	Teploměry kapalinové	65
8.3.1.2	Plynové přetlakové teploměry	68
8.3.1.3	Kovové teploměry	68
8.4	Elektrické teploměry	70
8.4.1	Odporové teploměry	71
8.4.1.1	Konstrukce odporových teploměrů	73
8.4.1.2	Měření odporu	73
8.4.2	Iontové teploměry	74
8.4.3	Krystalové teploměry	75
8.4.4	Termoelektrické teploměry	75
8.4.4.1	Měření termoelektrického napětí	77
8.4.4.2	Chyby termočlánků	78
8.5	Speciální dotykové teploměry	78
8.5.1	Keramické žároměrky	78
8.5.2	Barevné indikátory	79
8.6	Bezdotykové teploměry	79
8.6.1	Pyrometry	80
8.6.1.1	Spektrální (jasové) pyrometry	80
8.6.1.2	Barvové (distribuční) teploměry	81
8.6.1.3	Radiační (úhrnné) pyrometry	82
8.6.1.4	Pásmové pyrometry (fotoelektrické)	82
8.6.1.5	Infračervené pyrometry	82
8.6.2	Fotografické měření teplot (fototermometrie)	84
8.6.3	Termovize	84
8.7	Měření tepla a tepelného výkonu	87
8.7.1	Měření tepla ve vodní síti	87
8.7.2	Měření tepla v parní tepelné síti	88
8.7.3	Poměrové měřiče tepla	88
9.	MĚŘENÍ ČASU, OTÁČEK A MECHANICKÝCH KMITŮ	88
9.1	Měření času	88
9.2	Snímače otáček	89
9.2.1	Snímání rychlosti	89
9.2.2	Impulsní snímače otáček	90
9.2.3	Rezonanční otáčkoměry	92
9.2.4	Stroboskopy	92

9.2.5	Ostatní otáčkoměry	93
9.3	Měření mechanického kmitání	93
9.3.1	Charakteristika kmitání	93
9.3.2	Snímače kmitání	94
9.3.2	Analýza kmitání	95
10	MĚŘENÍ SIL, MOMENTU A VÝKONU	95
10.1	Snímače síly	95
10.1.1	Tenzometrické snímače sil	95
10.1.1.1	Provedení tenzometrických snímačů	99
10.1.2	Snímače sil s převodem deformace na polohu	102
10.1.3	Piezoelektrické snímače síly	103
10.1.4	Snímače pracující na principu magnetických vlastností	103
10.1.5	Ostatní typy snímačů	105
10.2	Měření kroutícího momentu a výkonu	106
10.2.1	Měření kroutícího momentu	106
10.2.2	Měření výkonu	108
10.3	Zkušební vozidlové stanice	111
11.	MĚŘENÍ PRŮTOKU, PROLEKLÉHO MNOŽSTVÍ A RYCHLOSTI PROU- DĚNÍ TEKUTIN	114
11.1	Objemová měřidla	114
11.2	Rychlostní měřidla	116
11.2.1	Rychlostní sondy	117
11.2.2	Anemometry	120
11.2.3	Vodoměry	122
11.2.4	Vírové a vířivé průtokoměry	123
11.2.5	Tepelné průtokoměry	124
11.2.6	Ultrazvukový průtokoměr	125
11.2.7	Magnetické indukční průtokoměry	126
11.2.8	Coriolisovy hmotnostní průtokoměry	127
11.2.9	Optické vláknové průtokoměry	129
11.2.10	Průřezová měřidla průtoku – škrtící orgány	130
11.2.11	Zvláštní typy rychlostních průtokoměrů	135
11.2.12	Plovákové průtokoměry	136
11.2.13	Měření průtoku v otevřeném kanálu	138
11.3	Volba průtokoměru	138
12.	MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ PLYNŮ A KAPALIN A ANALÝZA PLYNŮ	139
12.1	Vlhkost plynů	139
12.1.1	Základní pojmy	139
12.1.2	Psychrometry	140
12.1.3	Hygrometry	141
12.1.4	Rosné vlhkoměry	142
12.2	Analýza kapalin	142
12.2.1	Viskozita tekutin	143
12.2.2	Elektrická vodivost kapalin	145
12.2.3	Koncentrace vodíkových iontů (pH)	146
12.3	Analýza plynů	147
12.3.1	Chemické analyzátory	148
12.3.2	Fyzikální analyzátory	149
13.	PRŮMYSLOVÉ MĚŘÍCÍ SYSTÉMY	152
13.1	Přenos informací o měřených veličinách – komunikační řetězce	154
13.1.1	Filozofie rozsáhlých měřících systémů	154
13.2	Průmyslové měřící systémy – základní typy	156
13.3	Software pro obsluhu průmyslových měřících systémů a vizualizaci	159

14.	ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA	160
14.1	Kapacitní rušení	161
14.2	Indukční rušení	161
14.3	Galvanické rušení	162
15.	ZÁKLADY DIAGNOSTIKY	164
15.1	Základní pojmy	164
15.2	Diagnostické metody a postupy	165
15.3	Metody technické diagnostiky	167
15.3.1	Subjektivní metody	167
15.3.2	Objektivní metody	168
15.3.2.1	Tribodiagnostické metody	168
15.3.2.2	Vibroakustické metody	169
	LITERATURA	171
	PŘÍLOHY	173