

OBSAH

1. Úvod	13
Literatura k úvodu	18
2. Snímače fyzikálních veličin.....	19
2.1 Snímače polohy.....	19
2.1.1 Potenciometrické snímače polohy	19
2.1.2 Indukčnostní snímače	23
2.1.3 Transformátorové snímače polohy	26
2.1.4 Snímače polohy s Hallovou sondou	31
2.1.5 Magnetostrikční snímače polohy	33
2.1.6 Kapacitní snímače polohy	34
2.1.7 Inkrementální a kódové optické snímače	40
2.1.8 Optoelektronické fotodiodové snímače polohy	41
2.2 Snímače otáček.....	46
2.2.1 Tachometrické snímače otáček.....	46
2.2.2 Indukční snímače otáček.....	47
2.2.3 Optoelektronické snímače otáček.....	47
2.3 Snímače mechanického namáhání.....	48
2.3.1 Tenzometrické snímače mechanického namáhání.....	48
2.3.2 Piezoelektrické snímače namáhání	51
2.3.3 Magnetoelastické snímače sil.....	54
2.3.4 Mikromechanické snímače sil.....	55
2.3.5 Snímače krouticího momentu a přenášeného výkonu	56
2.4 Snímače tlaku.....	58
2.4.1 Tenzometrické snímače tlaku.....	59
2.4.2 Kapacitní snímače tlaku	61
2.4.3 Rezonanční snímače tlaku	61
2.5 Snímače vibrací.....	62
2.5.1 Elektrodynamické snímače rychlosti kmitání	63
2.5.2 Piezoelektrické snímače zrychlení.....	64
2.5.3 Mikromechanické snímače zrychlení.....	66
2.6 Snímače průtoku kapalin a plynů	67
2.6.1 Turbínkové snímače průtoku.....	67
2.6.2 Indukční snímače průtoku	68
2.6.3 Snímače průtoku se škrticími členy	69
2.6.4 Ultrazvukové snímače průtoku	70
2.6.5 Snímače průtoku využívající Coriolisovu sílu.....	71
2.6.6 Tepelné snímače průtoku	72

2.7	Snímače výšky hladiny.....	74
2.7.1	Plovákové snímače výšky hladiny.....	74
2.7.2	Hydrostatické snímače výšky hladiny	74
2.7.3	Kapacitní snímače výšky hladiny	75
2.7.4	Ultrazvukové snímače výšky hladiny	77
2.7.5	Radarové snímače výšky hladiny.....	78
2.7.6	Snímače výšky hladiny s radioaktivními zářiči.....	79
2.8	Snímače tepelných veličin.....	80
2.8.1	Odporové kovové snímače teploty.....	80
2.8.2	Polykrystalické odporové snímače teploty	82
2.8.3	Polovodičové snímače teploty	84
2.8.4	Termočlánkové snímače teploty	86
2.8.5	Bezkontaktní snímače teploty	89
2.8.6	Snímače tepelné energie.....	92
2.9	Snímače elektrických a magnetických veličin.....	94
2.9.1	Snímače elektrického napětí.....	94
2.9.2	Snímače elektrického proudu	95
2.9.3	Napěťové a proudové transformátory	96
2.9.4	Snímače proudu s Hallovou sondou	97
2.9.5	Snímače elektrického výkonu a energie.....	98
2.9.6	Snímače elektrického náboje.....	102
2.9.7	Snímače intenzity a indukce elektromagnetického pole	106
2.10	Snímače vlastností kapalin.....	108
2.10.1	Snímače vodivosti kapalin	108
2.10.2	Snímače kyselosti kapalin.....	109
2.11	Snímače vlastností plynů	112
2.11.1	Snímače koncentrace kyslíku	112
2.11.2	Termokatalytické snímače plyných uhlovodíků	114
2.11.3	Polovodičové snímače koncentrace plynů	114
2.11.4	Optické snímače koncentrace plynů	115
2.11.5	Integrovaná pole chemických snímačů	118
2.11.6	Snímače vlhkosti plynů	118
2.12	Snímače radioaktivního záření.....	119
2.12.1	Ionizační detektory.....	119
2.12.2	Scintilační detektory.....	121
2.12.3	Polovodičové snímače záření	121
	Literatura ke kapitole 2	123
3.	Počítače v měřicích systémech	124
3.1	Architektura osobních počítačů	124
3.1.1	Procesory osobních počítačů.....	125
3.1.2	Polovodičové paměti osobních počítačů	127
3.1.3	Paměťové disky osobních počítačů	128
3.2	Sběrnice osobních počítačů	129
3.2.1	Sběrnice ISA.....	130
3.2.2	Sběrnice PCI	131

3.2.3	Sběrnice PCI-Expresss	133
3.2.4	Průmyslové modifikace sběrnic PCI	134
3.3	Rozhraní osobních počítačů	135
3.3.1	Rozhraní RS-232-C	135
3.3.2	Sběrnice IEEE-1394	139
3.3.3	Univerzální sériové rozhraní	142
	Literatura ke kapitole 3.....	145
4.	Měřicí systémy na bázi IEEE-488.....	146
4.1	Vlastnosti sběrnic IEEE-488	146
4.2	Komunikace v rozhraní IEE-488.1	147
4.3	Komunikace v rozhraní IEE-488.2	150
4.3.1	Číselné a znakové formáty příkazů v rozhraní IEEE-488.2.....	150
4.3.2	Stavové modely rozhraní IEEE-488.2.....	151
4.3.3	Systémová řídicí jednotka IEEE-488.2	153
4.4	Komunikace v rozhraní HS-488	155
4.5	Zásuvné desky rozhraní HS-488	155
4.6	Rozšíření měřicího systému IEEE-488	157
	Literatura ke kapitole 4.....	159
5.	Měřicí systémy se zásuvnými kartami	160
5.1	Zásuvné karty pro rychlé signály	160
5.1.1	Způsoby zápisu dat do paměti.....	161
5.1.2	Způsoby připojení signálů k rychlým kartám	162
5.2	Multiplexní zásuvné karty	165
5.2.1	Přepínače měřicích kanálů	167
5.2.2	Eliminace chyb při přepínání kanálů	169
5.3	Karty čítačů a časovačů.....	169
5.3.1	Číslicové měření časových intervalů	170
5.3.2	Číslicové měření fázového posuvu	172
5.3.3	Číslicové měření frekvence a podílů frekvencí	172
5.3.4	Číslicové měření časových změn frekvence	173
5.4	Externí jednotky zásuvných karet	174
	Literatura ke kapitole 5.....	178
6.	Distribuované měřicí systémy	179
6.1	Inteligentní snímače.....	179
6.2	Přenos dat v distribuovaných měřicích systémech.....	179
6.2.1	Napěťové a proudové linky.....	180
6.2.2	Přenos dat modulovanými signály	181
6.2.3	Přenos dat linkami RS-482 a RS-485.....	184
6.2.4	Přenos dat optickými kabely	186
6.3	Komunikační vrstvy sběrnic distribuovaných měřicích systémů	188
6.4	Sběrnice distribuovaných měřicích systémů	190
6.4.1	Profi Bus	191
6.4.2	Mess Bus	191

6.4.3	Sběrnice CAN.....	193
6.4.4	Sběrnice INTERBUS	195
6.4.5	Sběrnice Profi Net	196
6.4.6	Sběrnice AS Interface.....	197
6.4.7	Sběrnice Device Net.....	198
6.4.8	Sběrnice M Bus	198
6.4.9	Sběrnice ARINC	199
6.4.10	Sběrnice Flex Ray	201
6.4.11	Standard IEEE 1451 a IEEE 1588	202
	Literatura ke kapitole 6.....	204
7.	Modulární měřicí systémy	205
7.1	Měřicí systém CAMAC	205
7.2	Měřicí systém VME	206
7.2.1	Sběrnice systému VME	207
7.2.2	Cykly přenosu dat.....	209
7.2.3	Komunikace v systému VME	210
7.2.4	Prioritní sběrnice přerušení.....	211
7.2.5	Sběrnice služeb	213
7.2.6	Měřicí systém VME64.....	213
7.2.7	Funkční moduly systému VME	214
7.3	Měřicí systém VXI	215
7.3.1	Specifikace systému VXI	215
7.3.2	Sběrnice systému VXI	216
7.3.3	Lokální sběrnice systému VXI.....	217
7.3.4	Sběrnice SUMUBUS.....	217
7.3.5	Linky STARX a STARY	217
7.3.6	Linky identifikace modulů systému VXI	218
7.3.7	Třídy rozhraní systému VXI	219
7.3.8	Komunikace mezi zařízeními VXI	221
7.3.9	Komunikace mezi systémy VXI a IEEE-488.....	222
7.3.10	Funkční moduly měřicího systému VXI	223
7.4	Modulární měřicí systém PXI	223
7.4.1	Specifikace měřicího systému PXI.....	223
7.4.2	Funkční moduly měřicího systému PXI.....	224
7.5	Modulární měřicí systémy AXIe.....	227
7.6	Modulární systém LXI	228
7.7	Modulární měřicí systém Compact DAQ	228
7.8	Programové vybavení modulárních měřicích systémů	229
	Literatura ke kapitole 7.....	232
8.	Měřicí systémy na bázi datových sítí.....	233
8.1	Počítačová síť ARCNet.....	233
8.2	Počítačová síť Ethernet.....	234
8.2.1	Fyzické vrstvy sítě Ethernet.....	234
8.2.2	Přenos dat v síti Ethernet.....	237

8.2.3	Měřicí systémy s převodníky LAN/IEEE-488	238
8.2.4	Měřicí systémy se zabudovanými webovými servery.....	240
	Literatura ke kapitole 8.....	241
9.	Bezdrátové měřicí systémy.....	242
9.1	Měřicí systémy na bázi mobilních telefonních sítí	242
9.1.1	Mobilní telefony a stanice	244
9.1.2	Přenos dat v mobilních sítích	246
9.1.3	Přenos zpráv SMS a MMS	248
9.1.4	Obecná paketová rádiová služba	250
9.1.5	Přenos dat EDGE.....	251
9.1.6	Mobilní síť 5G.....	253
9.1.7	Distribuované měřicí systémy na bázi GSM	253
9.1.8	Univerzální mobilní telekomunikační měřicí systém.....	255
9.2	Radiomodemové měřicí systémy	258
9.2.1	Radiomodemový měřicí systém	258
9.2.2	Radiomodemy a rádiové kanály	260
9.2.3	Modulace signálů v radiomodemech	260
9.3	Přenos dat na krátké vzdálenosti.....	266
9.3.1	Připojení IrDA.....	266
9.3.2	Připojení Bluetooth.....	268
9.3.3	Připojení WiFi.....	271
9.3.4	Připojení ZigBee.....	271
9.3.5	Připojení LoRaWAN	272
9.4	Porovnání vlastností bezdrátových připojení	273
	Literatura ke kapitole 9.....	274
10.	Digitalizace a rekonstrukce spojitých signálů	275
10.1	Digitalizace spojitých signálů	275
10.1.1	Vzorkování spojitých signálů	275
10.1.2	Kvantování signálů	278
10.1.3	Typy A/Č převodníků.....	279
10.1.3.1	Paralelní a kaskádní A/Č převodníky.....	279
10.1.3.2	Aproximační A/Č převodníky	283
10.1.3.3	Integrační A/Č převodníky	283
10.1.3.4	Delta sigma A/Č převodníky	287
10.2	Rekonstrukce spojitého signálu	290
10.2.1	Stupňovitá rekonstrukcí signálu.....	290
10.2.2	Přímá digitální syntéza	291
10.2.3	Číslicově analogové převodníky	295
10.2.4	Zdroje referenčních napětí	296
	Literatura ke kapitole 10.....	300
11.	Zpracování dat v měřicích systémech	301
11.1	Zpracování dat při opakovaných měřeních	301
11.2	Zpracování signálů v časové oblasti	303

11.2.1	Určení středních a efektivních hodnot signálů.....	303
11.2.2	Interpolace časových průběhů signálů.....	305
11.2.3	Aproximace časových průběhů signálů.....	306
11.2.4	Korelace a autokorelace signálů.....	308
11.3	Spektrální analýza signálů.....	310
11.3.1	Spektrální analýza vzorkovaných signálů.....	311
11.3.2	Časové okénkování signálů.....	312
11.4	Číslicová filtrace signálů.....	315
11.4.1	Vlastnosti filtrů.....	315
11.4.2	Aproximace frekvenčních charakteristik filtrů.....	316
11.4.3	Souvislost mezi analogovými a číslicovými filtry.....	317
11.4.4	Struktury číslicových filtrů.....	318
11.4.5	Programy pro návrh číslicových filtrů.....	320
	Literatura ke kapitole 11.....	321
	Přehled zkratk a jejich význam.....	323
	Zkratky a názvy mezinárodních institucí v oboru přenosu dat.....	328
	Příkazy Word Special Protokolu.....	328
	Zásuvné karty firmy Advantech.....	330
	Přehled modulů CAMAC firmy Wiener Power Electronic.....	331
	Přehled modulů VME systému firmy Mestyc.....	331
	Přehled modulů VME systému firmy Wiener Power Electronic.....	332
	Přehled modulů VXI systému firmy National Instruments.....	332
	Přehled modulů PXI systému firmy National Instruments.....	333
	Přehled modulů CompactQ firmy National Instruments.....	335
	Přehled externích modulů firmy Advantech.....	336
	Rejstřík.....	339