

Předmluva . . . . .	9
<b>1 Základní pojmy technické diagnostiky . . . . .</b>	<b>11</b>
1.1 Diagnóza, prognóza, geneze . . . . .	11
1.2 Diagnostické prostředky, diagnostický systém . . . . .	11
1.3 Technický stav objektu, strukturní a procesní parametr . . . . .	14
1.4 Diagnostická veličina . . . . .	16
1.5 Porucha, provozuschopnost, funkčnost . . . . .	18
<b>2 Diagnostický model . . . . .</b>	<b>19</b>
2.1 Definice a členění diagnostického modelu . . . . .	19
2.2 Matematický diagnostický model . . . . .	20
2.2.1 Analytický model . . . . .	21
2.2.2 Parametrický model . . . . .	21
2.2.3 Logický model . . . . .	23
2.2.4 Topologický model . . . . .	24
<b>3 Rozpoznávání v diagnostice . . . . .</b>	<b>33</b>
3.1 Základní pojmy z teorie rozpoznávání obrazů . . . . .	33
3.2 Teorie rozpoznávání obrazů v technické diagnostice . . . . .	35
3.3 Deterministické metody klasifikace s využitím neuronových sítí . . . . .	37
3.3.1 Popis struktury neuronových sítí . . . . .	38
3.3.2 Popis základních druhů neuronových sítí . . . . .	41
3.3.3 Popis rozpoznávacích algoritmů využívajících neuronové sítě . . . . .	46
3.4 Statistické metody klasifikace . . . . .	56
3.4.1 Bayesovské metody . . . . .	56
3.4.2 Nebayesovské metody . . . . .	60
<b>4 Diagnostické expertní systémy . . . . .</b>	<b>65</b>
4.1 Úvod . . . . .	65
4.2 Expertní systémy založené na pravidlech . . . . .	68
4.2.1 Nekategorická báze znalostí a báze dat . . . . .	70
4.2.2 Pseudobayesovské rozhodování . . . . .	71
4.2.3 FEL-EXPERT systém . . . . .	74
4.3 Použití expertních systémů při diagnostice číslicových systémů . . . . .	76
4.4 Využití neuronových sítí v expertních systémech . . . . .	77
<b>5 Fuzzy množiny a fuzzy logika v technické diagnostice . . . . .</b>	<b>81</b>
5.1 Úvod . . . . .	81
5.2 Fuzzy množiny . . . . .	81
5.3 Základní pojmy z teorie fuzzy množin . . . . .	83
5.4 Funkce příslušnosti . . . . .	84
5.5 Fuzzy logika (neurčitá logika, vágní logika) . . . . .	85
5.6 Základní logické operace s fuzzy množinami . . . . .	87
5.7 Lingvistická (jazyková) proměnná . . . . .	88
5.8 Inferenční mechanismus . . . . .	89
5.9 Fuzzifikace a defuzzifikace . . . . .	92
5.10 Fuzzy expertní systémy . . . . .	94
5.11 Interpretace výstupní fuzzy množiny . . . . .	95

5.12	Příklad fuzzy modelu pro fuzzy expert systém . . . . .	96
5.13	Fuzzy expertní systém s využitím neuronových sítí . . . . .	99
<b>6</b>	<b>Analýza vibrodiagnostických signálů využitím integrálních transformací . . . . .</b>	<b>101</b>
6.1	Fourierova transformace . . . . .	101
6.1.1	Vybrané vlastnosti Fourierovy transformace reálné proměnné . . . . .	102
6.1.2	Fourierova transformace neperiodických, periodických a náhodných signálů . . . . .	102
6.1.3	Diskrétní Fourierova transformace (DFT) . . . . .	105
6.1.4	Okénkový efekt DFT . . . . .	109
6.1.5	Rychlá Fourierova transformace (FFT) . . . . .	111
6.1.6	Základní parametry FFT . . . . .	111
6.1.7	Způsoby zvětšení rozlišitelnosti analýzy . . . . .	112
6.2	Hilbertova transformace . . . . .	114
6.2.1	Vztah Hilbertovy a Fourierovy transformace . . . . .	115
6.2.2	Analytický signál . . . . .	116
6.3	Kepstrum . . . . .	117
6.4	Průměrování signálu ( <i>Averaging</i> ) . . . . .	118
6.5	Okénková Fourierova transformace (STFT) . . . . .	120
6.6	Vlnková transformace (WT) . . . . .	123
<b>7</b>	<b>Vibrodiagnostické systémy . . . . .</b>	<b>129</b>
7.1	Základní pojmy mechanického kmitání strojů . . . . .	129
7.2	Senzory mechanického kmitání . . . . .	133
7.2.1	Senzory výchylky, senzory polohy a senzory posuvu . . . . .	133
7.2.2	Senzory rychlosti . . . . .	135
7.2.3	Senzory zrychlení – akcelerometry . . . . .	137
7.2.4	Senzory referenčního bodu a otáček . . . . .	140
7.3	Analýza signálu v časové oblasti ( <i>Time domain analysis</i> ) . . . . .	141
7.4	Analýza signálu ve frekvenční oblasti ( <i>Frequency domain analysis</i> ) . . . . .	145
7.5	Rozbor závad rotačního systému dle kmitočtového spektra . . . . .	146
<b>8</b>	<b>Hluková diagnostika . . . . .</b>	<b>153</b>
8.1	Akustické veličiny . . . . .	153
8.2	Interference vln a rázy . . . . .	156
8.3	Měření hluku . . . . .	158
<b>9</b>	<b>Akustická emise a její využití v technické diagnostice . . . . .</b>	<b>165</b>
9.1	Impulsní (nespojité) akustická emise . . . . .	165
9.2	Spojité akustická emise . . . . .	166
9.2.1	Kavitační jevy a plastická deformace třením . . . . .	166
9.2.2	Lokalizace trhliny nebo netěsnosti v potrubí . . . . .	168
<b>10</b>	<b>Optoelektronické diagnostické metody . . . . .</b>	<b>171</b>
10.1	Průmyslové endoskopy . . . . .	171
10.2	Holografická interferometrie . . . . .	175
10.3	Laserové interferometrické vibrometry . . . . .	184
10.4	Infradiagnostické systémy . . . . .	189
10.4.1	Systémy snímání teplotních polí pracující bez rozkladu obrazu . . . . .	193
10.4.2	Termovizní systémy . . . . .	193
10.5	Využití laseru pro diagnostiku pájených spojů . . . . .	195

<b>11</b>	<b>Defektoskopické systémy . . . . .</b>	<b>197</b>
11.1	Úvod . . . . .	197
11.2	Metoda odporová (potenciometrická) . . . . .	197
11.3	Elektromagnetická defektoskopie vířivými proudy . . . . .	199
11.3.1	Princip metody . . . . .	199
11.3.2	Způsoby vyhodnocování defektů v materiálu . . . . .	202
11.3.3	Absolutní sondy . . . . .	203
11.3.4	Diferenční sondy . . . . .	206
11.3.5	Speciální sondy . . . . .	209
11.4	Magnetické defektoskopické metody . . . . .	209
11.4.1	Způsoby magnetování . . . . .	210
11.4.2	Metody indikace rozptylových poli . . . . .	212
11.5	Ultrazvuková defektoskopie . . . . .	212
11.5.1	Úvod . . . . .	212
11.5.2	Měřicí technika v ultrazvukové defektoskopii . . . . .	216
11.6	Technická radioskopie . . . . .	229
11.6.1	Rentgeno-televizní řetězec . . . . .	231
11.6.2	Počítačová tomografie . . . . .	232
<b>12</b>	<b>Diagnostika izolačních systémů elektrických strojů . . . . .</b>	<b>237</b>
12.1	Zdánlivý izolační odpor a časová konstanta . . . . .	237
12.2	Spektra zotaveného napětí . . . . .	241
12.3	Napětíová závislost elektrické vodivosti . . . . .	244
12.4	Kapacita a ztrátový činitel . . . . .	245
12.5	Poměr $C_2/C_{50}$ . . . . .	249
12.6	Částečné výboje . . . . .	250
12.7	Frekvenční charakteristiky . . . . .	255
12.8	Frekvenční analýza proudu a magnetického pole . . . . .	257
12.9	Zkoušky zvýšeným napětím . . . . .	259
12.10	Zkoušky olejů . . . . .	260
12.11	Zkouška napětíovými pulsy . . . . .	264
12.12	Vývojové trendy . . . . .	266
<b>13</b>	<b>Měřicí systémy pro diagnostikování desek osazených analogovými a číslicovými obvody . . . . .</b>	<b>269</b>
13.1	Poruchy a modely poruch číslicových obvodů . . . . .	269
13.2	Testy číslicových obvodů . . . . .	272
13.3	Testery typu <i>In Circuit</i> . . . . .	276
13.3.1	Testování pasivních součástek v <i>In Circuit</i> testerech . . . . .	277
13.3.2	Testování analogových prvků v <i>In Circuit</i> testerech . . . . .	283
13.3.3	Testování logických obvodů v <i>In Circuit</i> testerech . . . . .	284
13.3.4	<i>In Circuit</i> metoda pro testování pájených spojů při povrchové montáži součástek (SMT) . . . . .	286
13.3.5	Výrobní diagnostika osazených desek CCD kamerou . . . . .	287
13.4	ASA tester . . . . .	287
13.5	Příznaková analýza . . . . .	290
13.5.1	Lineární sekvenční zpětnovazební obvody . . . . .	291
13.5.2	Uspořádání příznakového analyzátoru . . . . .	298
13.5.3	Paralelní příznaková analýza . . . . .	300
13.5.4	Generátor pseudonáhodných testovacích vektorů . . . . .	301

13.6	Boundary Scan	302
13.6.1	Princip metody	303
13.6.2	<i>Boundary Scan</i> obvody	304
13.6.3	Příklad testu	310
13.6.4	Testování kombinovaných obvodů	310
13.6.5	Navazující standardy	312
13.6.6	Segmentování <i>Boundary Scan</i> smyček	313
13.6.7	Využití metody <i>Boundary Scan</i> ve vlastních návrzích	313
13.6.8	Alternativní využití JTAG rozhraní	313
13.7	Logické analyzátoři	314
13.7.1	Základní funkce	314
13.7.2	Připojení k měřenému objektu	317
13.7.3	Analýza činnosti procesorů	318
13.7.4	Analýza rozhraní a sběrnic	321
13.7.5	Kombinovaná měření	324
13.7.6	Vestavné analyzátoři	324
13.8	Specializované analyzátoři rozhraní a sběrnic	325
13.8.1	Oblasti využití	326
13.8.2	Základní charakteristika	326
13.8.3	Generování signálů	328
13.8.4	Připojení k měřenému objektu	329
13.8.5	Prezentace dat	329
13.8.6	Další funkce	330
13.9	Generátory testovacích vektorů (DPG)	330
13.9.1	Oblasti využití	330
13.9.2	Základní charakteristika	330
13.9.3	Generování sekvencí signálů	332
13.10	Diagnostika číslicových zařízení osciloskopem	333
13.10.1	Možnosti spouštění ( <i>triggering</i> )	333
13.10.2	Technologie sběru a zobrazení dat	337
13.10.3	Zpracování a prezentace dat	340
13.10.4	Příslušenství osciloskopů	341
	<b>Literatura</b>	<b>343</b>
	<b>Rejstřík</b>	<b>347</b>