

Obsah

Předmluva ke druhému vydání	1
1 Netradiční pohled na mechatroniku.....	5
1.1 Co je to mechatronika a jak ji definovat.....	5
1.2 Dekompozice mechatronických soustav	7
1.2.1 Funkční dekompozice mechatronických technických soustav	8
1.2.2 Strukturální dekompozice mechatronických soustav	10
1.2.3 Vzájemné vazby a interakce mezi subjekty mechatronických technických soustav	12
1.2.4 Ilustrativní příklad	13
1.3 Obsah a rozdělení mechatroniky. Další pokus o její definici	16
1.4 Systémové pojetí mechatroniky a mechatronický přístup k projektování	17
1.4.1 Cíl současného pojetí mechatroniky.....	17
1.4.2 Mechatronický přístup k projektování.....	18
1.5 Co není mechatronika	19
2 Modelování vlastností a chování mechatronických soustav.....	21
2.1 Tradiční a mechatronický přístup při návrhu pohonových soustav	21
2.1.1 Zkvalitňování vlastností mechanismů	21
2.1.2 Zjednodušování mechanismů	22
2.1.3 Náhrady mechanismů	24
2.1.4 Syntéza mechanismů	25
2.1.5 Funkční a prostorová integrace.....	25
2.2 Řízení mechatronických technických soustav	26
2.2.1 Porovnání řízení klasických a mechatronických soustav	26
2.2.2 „Intelligence“ mechatronických soustav	28
2.3 Pohony mechatronických soustav - jejich popis, struktura a řízení.....	30
2.3.1 Obecný popis mechatronických pohonových soustav	30
2.3.2 Modely mechanické struktury pohonových soustav (včetně mechatronických)	32
2.4 Příklad modelování klasické řízené pohonové soustavy	33
2.5 Modelování elektronického řízení mechatronických soustav.....	37
2.5.1 Analogové a digitální řízení mechatronických soustav.....	39
2.5.2 Algoritmy řízení a způsoby řízení MTS.....	39
2.6 Využití neuronových sítí v regulačních strukturách mechatronických soustav	40
2.6.1 Charakteristika umělých neuronových sítí	40
2.6.2 Identifikace dynamické soustavy pomocí neuronové sítě.....	44
2.6.3 Příklad modelování asynchronního elektrického motoru pomocí neuronových sítí	44
2.6.4 Neuronový model stejnosměrného motoru s cizím buzením.....	47
2.6.5 Víceúrovňové řízení mechatronických soustav.....	50
2.6.6 Příklady aplikací víceúrovňového řízení v pohonových soustavách	52
2.7 Využití stochastických evolučních algoritmů pro modelování dynamických soustav	54
2.7.1 Přehled vybraných evolučních algoritmů.....	54
2.7.2 Genetické algoritmy (GA)	54
2.7.3 Algoritmus simulovaného žhání (ASZ)	55
2.7.4 Hybridní algoritmy, metody (HA).....	56

3	Základy modelování mechanických částí pohonových soustav	57
3.1	Úvodní poznámka	57
3.2	Modelování tuhých těles	57
3.3	Volba počtu stupňů volnosti diskretizovaného modelu technické soustavy	58
4	Komplexní pohonové soustavy	59
4.1	Úvodní poznámka	59
4.2	Modelování komplexních pohonových soustav	63
4.3	Formulace stavového prostoru	67
4.3.1	Transformace pohybových rovnic pohonových soustav do stavového prostoru	69
4.3.2	Poznámka k výběru integračních metod	70
4.4	Matematické modelování mechanických subsoustav a vazeb komplexních pohonových soustav	73
4.4.1	Modelování rotujících částí pohonových soustav	73
4.4.2	Modelování vnějšího prostředí pohonových soustav	76
4.4.3	Modelování ložiskových vazeb v pohonových soustavách	78
4.4.4	Modelování zubových vazeb	84
5	Automatické řízení pohonových soustav	89
5.1	Stavová teorie automatického řízení	89
5.2	Řízení se zpětnou vazbou	90
5.2.1	Závislost akčních veličin na regulační odchylce	91
5.3	Lineární proporcionální regulátor	92
5.4	Lineární proporcionální regulátor bez zpoždění	93
5.5	Řiditelnost, pozorovatelnost a robustnost řízených pohonových soustav	94
5.5.1	Podmínky řiditelnosti soustavy	96
5.5.2	Podmínky pozorovatelnosti řízené soustavy	96
5.5.3	Robustnost řízených pohonových soustav	97
5.6	Digitální řízení	97
5.7	Stabilita řízených soustav	100
5.7.1	Úvodní poznámka	100
5.7.2	Ljapunovská stabilita triviálního řešení	101
5.7.3	Ljapunovova stabilita rovnovážných (klidových) stavů	102
5.7.4	Stabilita lineárních soustav podle Ljapunova	103
5.7.5	Vybraná kritéria stability lineárních soustav	105
5.7.6	Kritéria stability nelineárních soustav	106
6	Bifurkace a chaos v pohonových soustavách	109
6.1	Úvodní poznámka	109
6.2	Chaos a jeho možný vznik	111
6.3	Atraktory dynamických systémů	111
6.4	Tzv. bazény přitažlivosti	112
6.5	Deterministický chaos a bifurkační analýza dynamických soustav	112
6.6	Typy bifurkací	113
6.7	Feigenbaumova konstanta	114
6.8	Bifurkace a chaos v mechatronických pohonových soustavách	114

6.9	Konstrukce bifurkačního diagramu	116
6.10	Příklad analýzy globálního chování modelu disipativní soustavy	118
6.10.1	Vznik chaosu v disipativních soustavách a jeho modelování	118
6.10.2	Globální chování pohonové soustavy	118
6.10.3	Model mechanické části pohonové soustavy	118
6.10.4	Dílčí poznatky	124
6.10.5	Závěrečná poznámka	124
7	Příklad bifurkační analýzy modelu elektromechanické soustavy	127
7.1	Sestavení pohybové rovnice	127
7.2	Kritérium použitelnosti mechanické části pohonu	134
7.3	Stabilita a bifurkace rovnovážných stavů	137
7.4	Možnosti vzniku bifurkací rovnovážných stavů pohonu	141
7.4.1	Reálná bifurkace rovnovážného stavu pohonu	142
7.4.2	Komplexní bifurkace rovnovážného stavu pohonu	150
8	Příklady užití neuronových sítí v mechatronických technických soustavách	159
8.1	Neuronové sítě v řízení elektrických pohonů	159
8.2	Robustní řízení robotické osy	160
8.3	Řízení servopohonu robota s neuronovou předkorekcí	162
8.4	Řízení inverzního kyvadla	166
8.5	Identifikace nelineárních dynamických systémů pomocí neuronových sítí	169
8.5.1	Některé modely používané při identifikaci soustav	169
8.5.2	Identifikace nelineárních soustav	170
8.5.3	Využití neuronové sítě při identifikaci parametrů mechanické soustavy – příklad	171
8.6	Automatizovaný návrh neuronové sítě pro řízení nelineární dynamické soustavy	174
8.6.1	Úvodní poznámka	174
8.6.2	Evoluční ANN	177
8.6.3	Použitý koncept řízení	181
9	Genetické algoritmy a genetické programování	183
9.1	Biologické kořeny genetických algoritmů	183
9.2	Matematický popis genetického algoritmu	184
9.3	Modifikace a praktické aplikace genetických algoritmů	187
9.4	Závěrečná doporučení	189
10	Využití fuzzy logiky v mechatronických soustavách	191
10.1	Úvodní poznámka	191
10.2	Regulace rychlosti pohonů s využitím fuzzy logiky	191
10.3	Návrh fuzzy regulátoru Mamdaniho typu	193
10.4	Návrh neuro-fuzzy regulátoru	195
10.5	Výsledky numerické simulace	195
11	Polohové řízení víceosých servopohonů mechatronických soustav	199
11.1	Úvodní poznámka	199
11.2	Přímé a nepřímé odměřování při řízení polohy	200
11.3	Dynamické vlastnosti polohového řízení	201

11.4	Dynamická odchylka při sledování polohy	202
11.5	Simulace odezvy polohového řízení na skok řízení a na skok poruchy – zatěžovacího momentu	209
12	Využití levitačních elektromagnetů v mechatronických soustavách	213
12.1	Úvodní poznámka	213
12.2	Optimalizace tvaru elektromagnetu	213
12.3	Návrh magnetického obvodu	214
12.4	Užitné vlastnosti elektromagnetu	215
12.5	Návrh regulace elektromagnetu	216
12.6	Regulace magnetického ložiska	218
13	Mikroprocesory a jejich využití v mechatronických soustavách	221
13.1	Úvodní poznámka	221
13.2	Struktura mikroprocesorů	222
13.3	Digitální komunikační systémy	223
13.4	Mikroprocesorové soustavy	224
13.5	Příklady mikroprocesorových soustav	225
13.5.1	Čtyřnohý experimentální robot	225
13.5.2	Autonomní všesměrový mobilní robot OMR III	227
13.5.3	Příklad složité multiprocesorové soustavy	229
14	Místo závěru: problémy rozvoje mechatroniky	231
14.1	Současný stav mechatroniky	231
14.2	Co nás čeká v budoucnosti	232
	Použitá literatura	233