

Obsah

1 Automatické řízení	9
1.1 Pohled do historie	9
1.2 Základní pojmy	10
1.3 Předmět diskretního automatického řízení	12
2 Diskretní dynamické systémy	14
2.1 Diskretizace spojitého signálu	14
2.1.1 Vzorkování a diskretní čas	15
2.1.2 Vztah mezi periodou vzorkování a frekvencí změn	15
2.1.3 Souvislost mezní frekvence s frekvenční charakteristikou	16
2.2 Popis diskretních systémů	17
2.2.1 Z-transformace, základní vztahy a vlastnosti	17
2.2.2 Popis diskretního objektu diferenční rovnicí	19
2.2.3 Stavové rovnice diskretních systémů	22
2.2.4 Převod spojitého systému na diskretní	24
2.2.5 Vnější popis	25
2.2.5.1 Tvarování diskretizovaného signálu	25
2.2.5.2 Diferenční rovnice a přenos v Z-transformaci	28
2.2.5.3 Regresní model diskretních systémů	29
2.2.5.4 Inverzní diskretní model	30
2.2.5.5 Delta model diskretního systému	30
2.2.5.6 Impulzní posloupnost	31
2.2.5.7 Přechodová posloupnost	31
2.2.5.8 Frekvenční přenos a frekvenční charakteristiky systému	31
2.2.6 Vnitřní popis	32
2.2.6.1 Přímá metoda stavové reprezentace diskretního systému	32
2.2.6.2 Řešení stavových rovnic diskretních systémů	36

2.2.6.3	Maticice impulzních posloupností diskretních systémů	38
2.3	Souvislost spojitého a diskretního popisu systému	39
2.3.1	Odezva spojitého systému v diskretních časových okamžicích	39
2.3.2	Výpočet matice přechodu spojitého t-invariantního systému	42
2.3.3	Výpočet matice vstupu diskretního t-invariantního systému	43
2.3.4	Diskretní popis spojitě části diskretního systému	44
2.3.4.1	Tvarovací člen nultého řádu	44
2.3.4.2	Tvarovací člen 1. řádu	49
2.3.5	Přibližné metody určení diskretního popisu spojitě části	49
2.4	Stabilita diskretních dynamických systémů	51
2.4.1	Rozložení pólů diskretního systému	52
2.4.2	Kritéria (absolutní) stability diskretních systémů	54
2.4.2.1	Juryho kritérium stability	55
2.4.2.2	Routhovo kritérium stability a bilineární transformace	61
2.5	Řiditelnost a pozorovatelnost diskretních systémů	62
2.5.1	Kritérium úplné řiditelnosti	62
2.5.2	Kritérium úplné pozorovatelnosti	63
2.6	Diskretní řídicí systémy	65
2.6.1	Přenos číslicového regulátoru	65
2.6.2	Zpětnovazební číslicový systém automatického řízení	67
2.6.3	Diskretní PID regulátor	67
2.6.4	Optimální nastavení parametrů číslicového PID regulátoru	71
2.6.5	Porovnání frekvenčních vlastností analogového a číslicového PID regulátoru	74
3	Logické systémy	80
3.1	Kombinační a sekvenční logické obvody	80
3.2	Logické funkce a jejich vlastnosti	81

3.3	Booleova algebra	83
3.3.1	Základní pravidla Booleovy algebry	84
3.4	Syntéza kombinačních logických obvodů (KLO)	85
3.4.1	Základní věta Booleovy algebry	86
3.4.2	Minimalizace logických funkcí	86
3.4.3	Realizace kombinačních logických obvodů	87
4	Nelineární systémy	94
4.1	Základní vlastnosti nelineárních systémů	94
4.2	Analýza chování nelineárních systémů	95
4.2.1	Stavový prostor – fázová rovina	96
4.2.2	Ustálené stavy nelineárních systémů	99
4.3	Stabilita nelineárních systémů	101
4.3.1	Ljapunovova teorie stability	101
4.3.2	Ljapunovovy věty o stabilitě	102
5	Fuzzy systémy	109
5.1	Úvod	109
5.2	Ostré množiny a fuzzy množiny	110
5.3	Základní pojmy a vlastnosti fuzzy množin	112
5.4	Operace s fuzzy množinami	116
5.5	Fuzzy relace	122
5.6	Lingvistická proměnná	124
5.7	Fuzzy aproximace	127
5.8	Fuzzifikace	135
5.8.1	Standardní tvary funkce příslušnosti	138
5.8.2	Analytické tvary funkce příslušnosti	141
5.8.3	Funkce příslušnosti odhadované z dat	141
5.9	Defuzzifikace	142
5.10	Fuzzy systémy	144
5.11	Fuzzy regulátory	145
5.11.1	Základní struktura fuzzy regulátoru	145
5.11.2	Fuzzy regulátor PID	148

5.11.3 Fuzzy regulátor P	149
5.11.4 Fuzzy regulátor PD	149
5.11.5 Fuzzy regulátor PI	150
5.12 Návrh jednoduchých fuzzy regulátorů	150
5.13 Profesionální software pro vývoj a realizaci Fuzzy Logic Control (FLC)	153
5.13.1 Fuzzy Logic Toolbox for Matlab – podrobnější popis	156
5.13.2 Aplikační příklad	157
5.13.3 Propojení s prostředím Simulink	166
6 Příloha A – Slovníky	168
6.1 Základní vlastnosti a věty Z-transformace	168
6.2 Základní slovník Laplaceovy a Z-transformace	169
7 Příloha B – Zadání laboratorních cvičení	170
7.1 Simulace a analýza chování spojitého SAŘ v prostředí Matlab/Simulink	170
7.2 Simulace a analýza chování diskrétního SAŘ v prostředí Matlab/Simulink	172
7.3 Syntéza fuzzy regulátoru a jeho experimentální optimalizace	174
7.4 Syntéza logických systémů (varianta a)	175
7.5 Syntéza logických systémů (varianta b)	177
7.6 Syntéza logických systémů (varianta c)	178
7.7 Syntéza logických systémů (varianta d)	180
7.8 Analýza chování nelineárního dynamického systému . . .	181
8 Literatura	182