

Obsah

1 Automatické řízení	9
1.1 Pohled do historie	9
1.2 Základní pojmy	10
1.3 Předmět diskretního automatického řízení	12
2 Diskrétní dynamické systémy	14
2.1 Diskretizace spojitých signálů	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 Matice impulzních posloupností diskretních systémů	38

2.3	Souvislost spojitého a diskrétního popisu systému	39
2.3.1	Odezva spojitého systému v diskrétních časových okamžicích	39
2.3.2	Výpočet matice přechodu spojitého t-invariantního systému	42
2.3.3	Výpočet matice vstupu diskrétního t-invariantního systému	43
2.3.4	Diskrétní popis spojitě části diskrétního systému	44
2.3.4.1	Tvarovací člen nultého řádu	45
2.3.4.2	Tvarovací člen 1. řádu	49
2.3.5	Přibližné metody určení diskrétního popisu spojitě části	49
2.4	Stabilita diskrétních dynamických systémů	51
2.4.1	Rozložení pólů diskrétního systému	52
2.4.2	Kritéria (absolutní) stability diskrétních systémů	54
2.4.2.1	Juryho kritérium stability	54
2.4.2.2	Routhovo kritérium stability a bilineární transformace	61
2.5	Řiditelnost a pozorovatelnost diskrétních systémů	62
2.5.1	Kritérium úplné říditelnosti	62
2.5.2	Kritérium úplné pozorovatelnosti	63
2.6	Diskrétní řídicí systémy	65
2.6.1	Přenos číslicového regulátoru	65
2.6.2	Zpětnovazební číslicový systém automatického řízení	66
2.6.3	Diskrétní 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	108
5.1	Úvod	108
5.2	Ostré množiny a fuzzy množiny	109
5.3	Základní pojmy a vlastnosti fuzzy množin	111
5.4	Operace s fuzzy množinami	115
5.5	Fuzzy relace	120
5.6	Lingvistická proměnná	122
5.7	Fuzzy aproximace	126
5.8	Fuzzifikace	134
5.8.1	Standardní tvary funkce příslušnosti	137
5.8.2	Analytické tvary funkce příslušnosti	139
5.8.3	Funkce příslušnosti odhadované z dat	140
5.9	Defuzzifikace	141
5.10	Fuzzy systémy	143
5.11	Fuzzy regulátory	144
5.11.1	Základní struktura fuzzy regulátoru	144
5.11.2	Fuzzy regulátor PID	147
5.11.3	Fuzzy regulátor P	148
5.11.4	Fuzzy regulátor PD	148

5.11.5	Fuzzy regulátor PI	149
5.12	Návrh jednoduchých fuzzy regulátorů	149
5.13	Profesionální software pro vývoj a realizaci Fuzzy Logic Control (FLC)	152
5.13.1	Fuzzy Logic Toolbox for Matlab – podrobnější popis	155
5.13.2	Aplikační příklad	156
5.13.3	Propojení s prostředím Simulink	165
6	Příloha A – Slovníky	167
6.1	Základní vlastnosti a věty Z-transformace	167
6.2	Základní slovník Laplaceovy a Z-transformace	168
7	Příloha B – Zadání laboratorních cvičení	169
7.1	Simulace a analýza chování spojitého SAŘ v prostředí Matlab/Simulink	169
7.2	Simulace a analýza chování diskrétního SAŘ v prostředí Matlab/Simulink	171
7.3	Syntéza fuzzy regulátoru a jeho experimentální optimalizace	173
7.4	Syntéza logických systémů (varianta a)	174
7.5	Syntéza logických systémů (varianta b)	176
7.6	Syntéza logických systémů (varianta c)	177
7.7	Syntéza logických systémů (varianta d)	179
7.8	Analýza chování nelineárního dynamického systému	180
8	Literatura	181