

Obsah

I	Systémy a jejich popis	1
1	Úvod do obecné teorie systémů	2
1.1	Systémový přístup	2
1.2	Objekt, systém, model	3
1.2.1	Systémy	4
1.2.2	Třídění systémů	7
1.2.3	Modely	9
1.3	Dynamické systémy	9
1.4	Speciální druhy systémů	12
1.5	Stavové rovnice spojitého systému	14
1.5.1	Stavové rovnice	14
1.5.2	Linearizace stavových rovnic	17
1.6	Stavové rovnice diskrétních systémů	22
1.7	Kontrolní otázky a příklady	24
2	Vnější popisy dynamických systémů	26
2.1	Vnitřní a vnější popisy	26
2.2	Vnější popisy spojitého systému	26
2.2.1	Popis systému diferenciálními rovnicemi	27
2.2.2	Přenos lineárního spojitého systému	27
2.2.3	Impulsní a přechodová funkce systému	29
2.2.4	Frekvenční přenos a frekvenční charakteristiky systému	31
2.3	Vnější popisy diskrétních systémů	32
2.3.1	Diferenční rovnice a přenos v Z -transformaci	33
2.3.2	Impulsní a přechodová posloupnost	34
2.3.3	Frekvenční přenos a frekvenční charakteristiky systému	35
3	Vnitřní a vnější popis systému	36
3.1	Vnější popis mnohazměrových systémů	36
3.2	Stavové rovnice a přenosová matice	37

3.3	Neurčitost vnitřní struktury	42
3.4	Póly a nuly mnoharozměrových systémů	45
3.5	Singulární systémy	50
3.6	Kontrolní otázky a příklady	53
4	Určení vnitřního popisu systému	56
4.1	Přímá metoda	57
4.2	Kanonický tvar vzhledem k výstupu	60
4.3	Jordanův kanonický tvar	62
4.4	Počáteční podmínky a počáteční stav	65
4.5	Transformace stavů	66
4.6	Realizace diskrétních systémů	70
4.7	Realizace mnoharozměrových systémů	73
4.8	Generování vstupních signálů	75
4.9	Kontrolní otázky a příklady	77
5	Vazby mezi systémy	80
5.1	Základní vazby	80
5.2	Bloková schémata a signálové diagramy	88
5.3	Kontrolní otázky a příklady	93
II	Vnitřní dynamika, vstupní a výstupní omezení	97
6	Řešení stavových rovnic systémů	98
6.1	Lineární stacionární spojité systémy	98
6.2	Lineární nestacionární spojité systémy	103
6.3	Výpočet stavové matice přechodu	106
6.3.1	Výpočet stavové matice přechodu pomocí Laplaceovy transformace	106
6.3.2	Určení stavové matice přechodu z odezvy systému na vhodně zvolené počáteční podmínky	107
6.3.3	Výpočet stavové matice přechodu transformací systému do Jordanova tvaru	108
6.3.4	Výpočet stavové matice přechodu rozvojem v řadu	110
6.3.5	Výpočet stavové matice přechodu pomocí Cayleyovy – Hamiltonovy věty	111
6.3.6	Výpočet stavové matice přechodu pomocí Sylvestrova interpolačního vztahu	112
6.4	Řešení stavových rovnic diskrétních systémů	114
6.5	Matice impulsních funkcí	116

6.6	Kontrolní otázky a příklady	118
7	Souvislost spojitého a diskrétního popisu	121
7.1	Určení hodnot odezvy spojitého systému	121
7.2	Vnější diskrétní popis spojité části	126
7.3	Vzorkování a tvarování signálu	133
7.4	Kontrolní otázky a příklady	138
8	Řiditelnost a dosažitelnost	140
8.1	Definice pojmů	140
8.2	Dosažitelnost v diskrétních systémech	141
8.3	Řiditelnost v diskrétních systémech	145
8.4	Řiditelnost a dosažitelnost ve spojitéch systémech	148
8.5	Další kritéria dosažitelnosti a říditelnosti	151
8.6	Dosažitelnost v nestacionárních systémech	153
8.6.1	Diskrétní lineární nestacionární systém	153
8.6.2	Spojité lineární nestacionární systém	154
8.7	Řiditelnost výstupu a funkcionální říditelnost	157
8.8	Kontrolní otázky a příklady	159
9	Pozorovatelnost a rekonstruovatelnost	161
9.1	Definice pojmů	161
9.2	Pozorovatelnost diskrétních systémů	162
9.3	Pozorovatelnost spojitéch systémů	166
9.3.1	Kritérium pozorovatelnosti	166
9.3.2	Další kritéria pozorovatelnosti	167
9.3.3	Dualita dosažitelnosti a pozorovatelnosti	168
9.4	Nedosažitelné a nepozorovatelné systémy	169
9.5	Pozorovatelnost lineárních nestacionárních systémů	170
9.5.1	Lineární nestacionární diskrétní systém	171
9.5.2	Lineární nestacionární spojité systém	171
9.6	Kontrolní otázky a příklady	173
10	Stabilita	174
10.1	Fyzikální význam a definice	174
10.2	Ljapunovy věty o stabilitě	178
10.3	Nutné a postačující podmínky stability	183
10.4	Kritéria stability	186
10.4.1	Routhovo kritérium stability	187
10.4.2	Hurwitzovo kritérium stability	189

10.4.3	Routhovo–Schurovo kritérium stability	192
10.5	Stabilita diskretních systémů	193
10.6	Stabilizovatelnost a detekovatelnost systému	195
10.7	Kontrolní otázky a příklady	195
III	Změna dynamických vlastností systému	197
11	Zpětná vazba od stavu	198
11.1	Formulace úlohy	198
11.2	Systémy s jedinou řídicí veličinou	200
11.3	Systémy s více řídicími veličinami	205
11.4	Kontrolní otázky a příklady	207
12	Rekonstrukce stavů systému	209
12.1	Pozorovatel stavu systému tvořený modelem systému	210
12.2	Identický pozorovatel	210
12.3	Redukovaný pozorovatel	213
12.4	Pozorování lineární funkce stavů	215
12.5	Systém a pozorovatel ve zpětné vazbě	216
12.6	Kontrolní otázky a příklady	218
13	Dekompozice a realizace systémů	220
13.1	Ekvivalence systémů	220
13.2	Kanonické tvary	221
13.2.1	Systémy s jedním vstupem a výstupem	222
13.2.2	Mnoharozměrové systémy	225
13.3	Vyvážené realizace	227
13.3.1	Základní pojmy	227
13.3.2	Konstrukce vyvážené realizace	229
13.3.3	Redukce řádu dynamického systému	230
13.4	Kanonické dekompozice systému	230
13.4.1	Určení dosažitelné části	231
13.4.2	Určení pozorovatelné části systému	235
13.5	Realizace systémů	237
13.6	Kontrolní otázky a příklady	244