

1.	Systémový úvod pro teorii automatického řízení	3
1.1	Vymezení pojmu systému	3
1.2	Definice systému	4
1.3	Chování systému	5
1.4	Struktura systému	9
1.5	Změny chování systému	10
1.6	Třídění systémů	10
1.7	Kybernetický systém	12
1.8	Modelování, identifikace a simulace	14
2.	Teorie lineární regulace	18
2.1	Analýza	18
2.1.1	Linearizace	18
2.1.1.1	Linearizace tečnou rovinou	19
2.1.1.2	Linearizace metodou minimálních kvadratických odchylek	23
2.1.2	Laplaceova transformace	25
2.1.2.1	Definiční vztahy	25
2.1.2.2	Základní vlastnosti Laplaceovy transformace	27
2.1.2.3	Heavisideův rozvoj	28
2.1.2.4	Způsob použití L-transformace	30
2.1.3	Popis statických a dynamických vlastností systémů	34
2.1.3.1	Popis systému lineární diferenciální rovnicí	35
2.1.3.2	Přenos systému	36
2.1.3.3	Přechodová funkce a přechodová charakteristika systému	39
2.1.3.4	Impulsová funkce a impulsová charakteristika systému	39
2.1.3.5	Frekvenční přenos	41
2.1.3.6	Frekvenční charakteristika v komplexní rovině	43
2.1.3.7	Frekvenční charakteristiky v logaritmických souřadnicích	44
2.1.3.8	Vnitřní popis dynamických vlastností systémů	51
2.1.3.9	Poloha pólů a nul přenosu	52
2.1.4	Typové dynamické členy regulačních obvodů	53
2.1.4.1	Základní dynamické členy	54
2.1.4.2	Fyzikální realizovatelnost členů regulačních obvodů	56
2.1.4.3	Dynamické členy s neminimální fází	58
2.1.5	Bloková algebra	59
2.1.6	Regulované soustavy	63
2.1.6.1	Statické regulované soustavy	64
2.1.6.2	Astatické regulované soustavy	67
2.1.6.3	Regulované soustavy s neminimální fází	69
2.1.6.4	Regulované soustavy s dopravním zpožděním	70
2.1.7	Regulátory	75
2.1.7.1	Dynamické vlastnosti spojitých regulátorů	76
2.1.7.2	Stavitelné parametry regulátorů	81
2.1.7.3	Význam zpětné vazby u spojitých regulátorů	82
2.1.7.4	Charakteristika činnosti spojitých regulátorů	83
2.1.7.5	Interakce konstant regulátorů	84
2.1.7.6	Nespojité regulátory	86
2.1.8	Regulační obvod	90

2.1.9	Stabilita regulačního obvodu	94
2.1.10	Kriteria stability	97
2.1.10.1	Algebraická kriteria stability	97
2.1.10.2	Frekvenční kriteria stability	101
2.1.11	Oblast stability regulačních obvodů	119
2.1.11.1	Oblast stability jednoho nastavitelného parametru	119
2.1.11.2	Oblast stability v rovině dvou nastavitelných parametrů	122
2.1.12	Přenos regulace	124
2.1.13	Citlivostní analýza struktury řízení	127
2.1.13.1	Otevřená - systém ovládání	127
2.1.13.2	Uzavřená - systém regulace	128
2.2	Syntéza	129
2.2.1	Charakteristika syntézy	129
2.2.2	Volba struktury regulátoru k dané regulované soustavě	132
2.2.3	Rozvětvené jednorozměrové regulační obvody	132
2.2.3.1	Regulační obvod s pomocnou regulovanou veličinou	134
2.2.3.2	Regulační obvod s přiřazením poruchové veličiny	136
2.2.3.3	Regulační obvod s pomocnou akční veličinou	139
2.2.3.4	Regulační obvod s modelem regulované soustavy	141
2.2.3.5	Sdružené rozvětvené jednorozměrové regulační obvody	142
2.2.3.6	Shrnutí	142
2.2.4	Servomechanismy	143
2.2.4.1	Úvod	143
2.2.4.2	Typy servomechanismů	146
2.2.4.3	Vlastnosti servomechanismů	146
2.2.4.4	Korekce servomechanismů	152
2.2.4.5	Shrnutí	159
2.2.5	Jakost regulačního pochodu	159
2.2.5.1	Posouzení jakosti regulačního pochodu ze stupně stability	159
2.2.5.2	Metoda kritického zesílení regulátoru (metoda Ziegler-Nicholsova)	164
2.2.5.3	Seřízení regulátoru na základě znalosti přechodové charakteristiky regulované soustavy	167
2.2.5.4	Seřízení regulátoru podle funkce standardního tvaru	168
2.2.5.5	Kriterium jakosti regulace podle funkcionálu odchylky (integrální kriteria)	174
2.2.5.6	Seřízení regulátoru podle optimálního modulu	185
2.2.5.7	Frekvenční metody syntézy	188
2.2.6	Mnohorozměrové regulační obvody	196
2.2.6.1	Popis mnohorozměrových regulovaných soustav	198
2.2.6.2	Autonomnost a invariantnost	200
2.2.6.3	Stabilita mnohorozměrových regulačních obvodů	203
2.2.6.4	Syntéza vazebních a korekčních členů mnohorozměrových obvodů	204
2.2.6.5	Dvourozměrový regulační obvod	207
3.	Teorie nelineární regulace	211
3.1	Úvod	211
3.2	Typy nelinearity	213
3.3	Přehled metod řešení nelineárních regulačních obvodů	216
3.4	Metoda stavové roviny (prostoru)	217
3.4.1	Matematický model	217
3.4.2	Odvození diferenciální rovnice stavové trajektorie	219

3.4.3	Souvislost stavové trajektorie systému s průběhem výstupní veličiny $y(t)$	220
3.4.4	Grafická konstrukce stavové trajektorie	221
3.4.4.1	Metoda izoklin	221
3.4.4.2	Metoda použitím pomocných křivek $x_1 = -g(x_2)$ a $y_2 = f(x_1)$	226
3.4.5	Stavový prostor	227
3.4.6	Vyjádření času ve stavové rovině	228
3.4.7	Singulární body	231
3.4.8	Základní tvary stavových trajektorií pro různé typy singulárních bodů	232
3.5	Stabilita nelineárních regulačních obvodů	235
3.5.1	Základní pojmy	235
3.5.2	Metoda ekvivalentního přenosu	237
3.5.3	Popovovo kritérium stability	247
4.	Diskrétní systémy řízení	251
4.1	Popis diskrétního regulačního obvodu	251
4.2	Vzorkování	252
4.3	Tvarování vzorkovaných signálů	257
4.4	Transformace Z	260
4.4.1	Definiční vztahy a základní vlastnosti	260
4.4.2	Příklady výpočtu přímé a zpětné transformace Z	262
4.4.2.1	Přímá transformace Z	262
4.4.2.2	Zpětná transformace Z	265
4.4.3	Modifikovaná transformace Z	270
4.5	Diferenční rovnice a jejich řešení	272
4.6	Diskrétní lineární dynamické systémy	275
4.6.1	Diferenční rovnice systému	276
4.6.2	Diskrétní přenos (Z - přenos)	276
4.6.3	Diskrétní impulsní funkce a charakteristika	277
4.6.4	Diskrétní přechodová funkce a charakteristika	278
4.6.5	Souvislost mezi diskrétními přechodovými a impulsními funkcemi	278
4.7	Bloková algebra v diskrétních obvodech	280
4.8	Stabilita diskrétních systémů	285
4.9	Algoritmy řízení	290
4.9.1	Řídící algoritmy PSD	290
4.9.1.1	Polohový a přírůstkový řídicí algoritmus PSD	290
4.9.1.2	Algoritmus filtrace zašuměných signálů	293
4.9.1.3	Výpočtové postupy při analýze a syntéze diskrétních regulačních obvodů s číslicovým regulátorem	294
4.9.1.4	Seřizování parametrů číslicového PSD regulátoru	296
4.9.2	Další algoritmy řízení	301
5.	Popis systému ve stavovém prostoru	302
5.1	Stavový model systému	302
5.2	Určení stavového modelu jednorozměrového systému z diferenciální rovnice resp. z přenosu nebo z rovnice diferenciální	304
5.2.1	Diferenciální rovnice neobsahuje derivace vstupní funkce	305
5.2.2	Diferenciální rovnice obsahuje derivace vstupní funkce	309
5.3	Mnohorozměrové systémy	311
5.3.1	Soustava diferenciálních rovnic spojitého lineárního mnohorozměrového dynamického systému	312

5.3.2	Určení stavového modelu ze soustavy diferenciálních rovnic spojitěho lineárního dynamického systému	313
5.4	Určení přenosové matice systému ze stavového modelu	321
5.4.1	Pro mnohorozměrový systém	321
5.4.2	Pro jednorozměrový systém	323
5.5	Řešení rovnic stavového modelu	325
5.5.1	Řešení autonomních (volných) systémů	325
5.5.2	Řešení neautonomních systémů	328
5.6	Řešení stability systémů	329
5.7	Stavové regulátory	330
5.8	Některé vlastnosti systémů	334
5.8.1	Dosažitelnost a říditelnost	334
5.8.2	Pozorovatelnost a rekonstruovatelnost	335
5.8.3	Kanonický rozklad	336
5.8.4	Vzájemné spojení stavových modelů dílčích systémů	339
5.8.4.1	Paralelní zapojení	339
5.8.4.2	Seriové zapojení	340
5.8.4.3	Antiparalelní zapojení	341
6.	Doplňky	342
6.1	Definiční vztahy a základní vlastnosti Laplaceovy a Z-transformace	342
6.2	Základní slovník Laplaceovy a Z-transformace	345
6.3	Potřebné poznatky z maticového počtu	347
6.4	Základní slovník modifikované transformace Z	353
	Seznam použité a doporučené literatury	354
	Obsah	356

