

OBSAH

Předmluva	11
I. Automatické regulační obvody	15
1. Úvod	15
2. Použití	16
3. Příklady regulačních obvodů	17
4. Technika analýzy	21
II. Použití matematiky v regulačních obvodech	26
5. Úvod	26
6. Lineární diferenciální rovnice	26
7. Elektrické obvody	28
8. Obvod s odporem a kapacitou	30
9. Elektrický obvod s odporem, kapacitou a indukčností v sérii	32
10. Impedance elektrických obvodů	36
11. Kmitočtový přenos obvodu	37
12. Kmitočtová charakteristika v rovině komplexních čísel	37
13. Bezrozměrný kmitočtový operátor	38
14. Mechanické soustavy	41
15. Příklady rotačních soustav	42
16. Příklad translační soustavy	43
17. Elektromechanické soustavy	44
III. Laplaceova transformace	48
18. Úvod	48
19. Laplaceův transformační integrál	50
20. Laplaceova transformace jednotkového skoku	51
21. Laplaceova transformace exponenciálně dozrívající funkce	51
22. Laplaceova transformace sinusové funkce	51
23. Laplaceova transformace zpožděné funkce	52
24. Laplaceova transformace derivace funkce	52
25. Laplaceova transformace integrálu funkce	53
26. Inverzní Laplaceova transformace funkce	53
27. Rozklad do částečných zlomků, jsou-li kořeny jmenovatele nestejně	54
28. Rozklad v částečné zlomky, jsou-li některé kořeny jmenovatele stejné	55
29. Příklady inverzní transformace	57
30. Systém kódování Laplaceových transformací	58
31. Teorém o počáteční a konečné hodnotě	59
32. Příklady použití metody Laplaceovy transformace	60
IV. Bloková schémata a jejich označování	66
33. Úvod	66
34. Části blokových schémat	67
35. Bloková schémata jednoduchého regulačního obvodu	69
36. Bloková schémata rozvětveného regulačního obvodu	72

37. Aproximace přechodové charakteristiky	77
38. Typy regulačních obvodů	77
39. Soustava typu 0	78
40. Dynamické zesílení	80
41. Soustavy typu 1	81
42. Soustavy typu 2	82
V. Nyquistovo kritérium	91
43. Úvod	91
44. Charakteristická rovnice	91
45. Rovina p	93
46. Rovina obrazového přenosu	94
47. Vztah mezi rovinou p a rovinou obrazového přenosu	95
48. Nyquistovo kritérium	97
49. Použití Nyquistova kritéria na podobné problémy	99
VI. Použití Nyquistova kritéria na typické přenosy otevřené smyčky	102
50. Úvod	102
51. Stabilní kmitočtové charakteristiky	102
52. Funkce s neminimální fází	106
53. Routhovo kritérium	107
54. Stabilní soustava s nestabilní vnitřní smyčkou	109
55. Nestabilní soustavy	112
56. Výpočet bodů kmitočtové charakteristiky	113
57. Podmínečně stabilní soustavy	115
VII. Úvahy při návrhu	117
58. Úvod	117
59. Soustava prvního řádu	117
60. Soustava druhého řádu	118
61. Místa konstantní amplitudy a fáze	120
62. Volba vhodného zesílení soustavy	122
63. Kritéria: fázová bezpečnost, bezpečnost zesílení a úhlový kmitočet pro jednotkový přenos	126
64. Správné nastavení soustavy typu 0	126
65. Laboratorní vyšetření	126
VIII. Další metody analýzy funkcí otevřené smyčky	129
66. Úvod	129
67. Diagram inverzního kmitočtového přenosu F_0	130
68. Vztahy pro stabilitu inverzního přenosu F_0^{-1}	130
69. Geometrická místa konstantního přenosu a fáze	132
70. Příklady použití metody inverzního přenosu F_0^{-1}	133
71. Bodeho metoda	137
72. Asymptoty amplitudy	137
73. Charakteristiky fázových úhlů	141
74. Nastavení zesílení soustavy	142
75. Metoda geometrického místa kořenů	143
76. Grafický výpočet amplitudy a fáze	144

77. Graf 180° fáze	145
78. Grafické určení kořenů přenosu uzavřené smyčky	148
79. Grafické určení rovnice přechodové charakteristiky	150
IX. Typy kompenzací	155
80. Úvod	155
81. Kaskádní předstihová kompenzace	156
82. Kaskádní kompenzace se zpožděním	162
83. Kaskádní kompenzace s předstihem a zpožděním	165
84. Volba charakteristiky kompenzátoru při Bodeho metodě	167
85. Fyzikální realizace kompenzačních funkcí	170
86. Kompenzace zpětnou vazbou	173
87. Spojená kaskádní a zpětnovazební kompenzace	175
X. Vliv šumu a poruch na výstupu	179
88. Úvod	179
89. Charakteristiky dolních propustí	179
90. Volba charakteristiky filtrů	181
91. Vliv šumu na kompenzátory	182
92. Soustavy s několika vstupy	183
XI. Výklad Nyquistových diagramů	188
93. Úvod	188
94. Vztah mezi přechodovou a kmitočtovou charakteristikou	188
95. Přenosy otevřené smyčky s minimální fází	190
96. Typické přenosy otevřené smyčky pro soustavu typu I	192
97. Velikost proměnných v soustavě	194
98. Syntéza žádaných funkcí	195
99. Regenerativní zpětnovazební smyčky	197
100. Korelace s ostatními metodami analýzy	199
XII. Numerická integrace	201
101. Úvod	201
102. Aproximace přímkou	202
103. Metoda váženého průměru	206
104. Počáteční hodnoty	209
105. Obecná rovnice pro počáteční hodnoty	211
106. Příklad regulačního obvodu	212
107. Vkládání extrémů	215
108. Zjednodušující předpoklady	216
XIII. Samočinné počítače	218
109. Úvod	218
110. Dvojková aritmetika	219
111. Použití číslicových počítačů	223
112. Analogové počítače	225
113. Součásti analogových počítačů	228
114. Zesilovače	228
115. Integrátory	229

116. Kmitočtově závislá funkce	230
117. Potenciometry k nastavení zesílení	231
118. Omezovače a komparátory	232
119. Servojednotky	232
120. Zapisovače	234
121. Příklady analogových výpočtů	234
122. Úvahy o časovém měřítku	237
123. Činnost typického analogového počítače	238
XIV. Metody analýzy přechodové charakteristiky	242
124. Úvod	242
125. Intuitivní úvahy	242
126. Úprava rovnice	245
127. Derivace přechodových charakteristik	249
128. Metoda nejmenších druhých mocnin	252
129. Metoda přímých úseků	254
XV. Nelineární soustavy	261
130. Úvod	261
131. Soustavy s proměnným zesílením otevřené smyčky	261
132. Proměnné koeficienty	262
133. Jevy nasycení	263
134. Součásti s dopravním zpožděním	263
Dodatek	267
1. Numerická integrace metodou Rungeho a Kuty	267
2. Metody hledání kořenů rovnic	270
3. Návrhová data kaskádních kompenzátorů	273
4. Komplexní čísla	283
5. Odvození Nyquistova kritéria	285
6. Laplaceova transformace	289
Literatura	315