

Spis rzeczy

1	Wstęp	9
2	Opisy liniowych systemów dynamicznych	11
2.1	Wprowadzenie	11
2.2	Równanie różniczkowe	12
2.2.1	Liniowe równanie różniczkowe	12
2.2.2	Równanie liniowe jako rezultat linearyzacji	15
2.2.3	Proces, system, opis	17
2.3	Transmitancja	19
2.3.1	Definicja. Liniowość systemu	19
2.3.2	Transmitancja systemów złożonych	20
2.4	Odpowiedzi na standardowe pobudzenia	22
2.4.1	Odpowiedź impulsowa	22
2.4.2	Odpowiedź skokowa	25
2.4.3	Odpowiedzi systemu a bieguny transmitancji	28
2.5	Transmitancja widmowa	30
2.5.1	Definicja	30
2.5.2	Charakterystyki częstotliwościowe	31
2.6	Splot	32
2.7	Równanie fazowe	33
2.8	Wektorowe równanie różniczkowe	35
2.9	Związki między opisami	41
2.10	Uwagi końcowe	41
3	Człony dynamiczne	43
3.1	Człon proporcjonalny	43
3.2	Człon inercyjny	44
3.3	Człon oscylacyjny	48

3.4	Człony całkujące	49
3.5	Człony różniczkujące	52
3.6	Przybliżone charakterystyki logarytmiczne	54
4	Stabilność	57
4.1	Definicja	57
4.2	Twierdzenie o stabilności	58
4.3	Własności systemów stabilnych	61
4.3.1	Odpowiedź impulsowa	61
4.3.2	Odpowiedź skokowa	63
4.3.3	Transmitancja widmowa	64
4.3.4	Równanie fazowe	68
4.3.5	Ograniczone wejście – ograniczone wyjście	69
4.4	Własności systemów niestabilnych	72
5	Kryteria stabilności	73
5.1	Systemy o dowolnej strukturze	74
5.1.1	Twierdzenie o współczynnikach	74
5.1.2	Kryterium Routha–Hurwitza	75
5.1.3	Kryterium Hurwitza	78
5.1.4	Kryterium Michajłowa	81
5.2	Systemy ze sprzężeniem zwrotnym	87
5.2.1	Wstęp	87
5.2.2	Kryterium Nyquista	90
6	Regulacja automatyczna	99
6.1	Wstęp	99
6.2	Wymagania	101
6.3	Regulacja statyczna, czyli P	103
6.3.1	Własności	103
6.3.2	Regulacja z obiektem inercyjnym	105
6.4	Regulacja astatyczna	107
6.4.1	Własności	107
6.4.2	Regulacja I	108
6.4.3	Regulacja PI	110
6.4.4	Regulacja PID	112
6.5	Inne sygnały wartości zadanej	114

7	Sygnaly losowe w systemach ciaglych	117
7.1	Wprowadzenie	117
7.2	System pobudzany bialym szumem	118
7.3	System przy pobudzeniu skorelowanym	122
7.4	Regulacja w obecności sygnalu losowego	124
8	Opisy systemów dyskretnych	129
8.1	Równanie różnicowe	129
8.2	Transmitancja	132
8.2.1	Definicja. Liniowość systemu	132
8.2.2	Systemy z opóźnieniem	133
8.2.3	Transmitancja systemów złożonych	134
8.3	Transmitancja widmowa	135
8.4	Odpowiedzi na standardowe pobudzenia	136
8.4.1	Odpowiedź impulsowa	136
8.4.2	Odpowiedź skokowa	140
8.5	Splot dyskretny	142
8.6	Równanie fazowe	142
8.7	Wektorowe równanie różnicowe	144
8.8	Związki między opisami	150
9	Stabilność systemów dyskretnych	151
9.1	Definicja	151
9.2	Twierdzenie o stabilności	152
9.3	Własności systemów stabilnych	155
9.3.1	Odpowiedź impulsowa i skokowa	155
9.3.2	Transmitancja widmowa	156
9.3.3	Równanie fazowe	158
9.3.4	Ograniczone wejście – ograniczone wyjście	159
9.4	Własności systemów niestabilnych	160
10	Kryteria stabilności systemów dyskretnych	161
10.1	Przekształcenie półpłaszczyzny w koło	162
10.2	Kryterium Jury’ego	167
10.3	Kryterium Michajłowa	169
10.4	Kryterium Nyquista	173

11 Dyskretna regulacja automatyczna	179
11.1 System automatycznej regulacji	179
11.2 Regulacja statyczna, czyli P	180
11.3 Regulacja astatyczna	181
11.3.1 Regulacja I	181
11.3.2 Regulacja PI	182
11.4 Obiekt ciągle sterowany dyskretnie	183
11.4.1 Impulsator w systemie ciągłym	183
11.4.2 Obiekt ciągle sterowany przez impulsator	185
11.4.3 Obiekt ciągły, impulsator i ekstrapolator	187
11.4.4 Układy automatycznej regulacji	188
12 Sygnały losowe w systemach dyskretnych	191
12.1 Wprowadzenie	191
12.2 System pobudzany białym szumem	191
12.3 System przy pobudzeniu skorelowanym	193
12.4 Regulacja w obecności sygnału losowego	194
12.4.1 Wartość zadana procesem stochastycznym	195
12.4.2 Zaszumiony sygnał wartości zadanej	196
Dodatek A Transformacja Laplace'a	197
A.1 Definicja i własności	197
A.1.1 Definicja	197
A.1.2 Transformaty wybranych funkcji	200
A.1.3 Funkcje określone na całej osi czasu	203
A.2 Rozkład na ułamki proste, funkcja oryginalna	208
A.2.1 Rozkład na ułamki proste	208
A.2.2 Twierdzenia o funkcji oryginalnej	213
A.3 Własności graniczne	219
A.4 Równanie różniczkowe	223
A.5 Funkcja e^{At}	224
A.6 Transformacja Fouriera	227
Dodatek B Transformacja \mathcal{Z}	231
B.1 Definicja i własności	231
B.1.1 Definicja	231
B.1.2 Ciągi określone na całej osi czasu	234
B.1.3 Transformaty wybranych ciągów	235
B.2 Oryginały funkcji wymiernych	237

B.3	Własności graniczne	240
B.4	Dyskretna transformacja Fouriera	243
B.5	Równanie różnicowe	245
B.6	Transformacja \mathcal{Z} , a transformacja Laplace'a	248
Dodatek C Procesy stochastyczne drugiego rzędu		249
C.1	Procesy z czasem ciągłym	249
C.1.1	Funkcja korelacji, gęstość widmowa	249
C.1.2	Biały szum	251
C.1.3	Całka i pochodna procesu	252
C.2	Procesy z czasem dyskretnym	253
Dodatek D Tablice transformat		255
D.1	Transformacja Laplace'a	256
D.2	Transformacja \mathcal{Z}	258
Literatura		261
Indeks		262