

Wprowadzenie.....	9
1. Sygnały	15
1.1. Wiadomości wstępne	15
1.2. Matematyczna reprezentacja sygnałów	17
1.3. Sygnały okresowe.....	21
1.4. Przykłady sygnałów elementarnych	27
1.4.1. Sygnały analogowe o ograniczonej energii i skończonym czasie trwania	27
1.4.2. Sygnały analogowe o ograniczonej energii i nieskończonym czasie trwania	28
1.4.3. Sygnały analogowe o ograniczonej mocy.....	31
1.4.4. Sygnały dyskretne o ograniczonej energii i skończonym czasie trwania.....	35
1.4.5. Sygnały dyskretne o ograniczonej energii i nieskończonym czasie trwania.....	37
1.4.6. Sygnały dyskretne o ograniczonej mocy	39
1.4.7. Inne sygnały	40
1.5. Proste przekształcenia sygnałów.....	41
1.5.1. Przesunięcie w czasie	41
1.5.2. Zmiana skali czasu	42
1.5.3. Inwersja czasu	43
1.5.4. Mnożenie sygnałów	44
1.6. Składowe parzyste i nieparzyste sygnałów	45
1.7. Sygnały uogólnione	46
1.7.1. Dystrybucja Diraca	47
1.7.2. Podstawowe własności dystrybucji Diraca.....	50
1.7.3. Związek dystrybucji Diraca ze skokiem jednostkowym.....	51
1.7.4. Pochodna dystrybucji	53
1.7.5. Przykłady i zastosowania.....	54
1.8. Próbkowanie sygnałów	56
1.9. Splot sygnałów	58
1.9.1. Splot sygnałów dyskretnych.....	58
1.9.2. Splot sygnałów czasu ciągłego	61
1.10. Zadania	64
Literatura.....	70
 2. Systemy.....	 71
2.1. Wiadomości wstępne.....	71
2.2. Systemy z pamięcią i bez pamięci	73
2.3. Zmienne stanu.....	75
2.4. Stabilność	76
2.5. Systemy liniowe	78
2.6. Systemy stacjonarne	83
2.7. Systemy o stałych skupionych.....	86
2.8. Systemy SLS.....	88
2.9. Schematy blokowe	91
2.10. Zadania	99
Literatura.....	104
 3. Równania systemów w dziedzinie czasu.....	 106
3.1. Systemy SLS czasu ciągłego	106
3.1.1. Równania wejście-wyjście.....	106
3.1.2. Systemy pierwszego rzędu	107
3.1.3. Systemy drugiego rzędu.....	113

3.1.4. Dyskusja	118
3.2. Systemy SLS czasu dyskretnego	118
3.2.1. Równania wejście-wyjście	118
3.2.2. Systemy pierwszego rzędu	120
3.3. Schematy blokowe i równania systemu	123
3.4. Dyskretyzacja równań czasu ciągłego	126
3.5. Zadania	130
Literatura.....	138
4. Splot w systemach liniowych.....	139
4.1. Systemy SLS czasu dyskretnego	139
4.1.1. Relacja splotowa sygnałów wejściowego i wyjściowego	139
4.1.2. Porównanie opisu splotowego i opisu za pomocą równań różnicowych.....	142
4.2. Systemy SLS czasu ciągłego	142
4.3. Systemy liniowe niestacjonarne.....	147
4.4. Zadania	149
Literatura.....	151
5. Przekształcenie Laplace'a	152
5.1. Podstawy matematyczne	152
5.2. Własności transformaty Laplace'a	155
5.3. Odwrotne przekształcenie Laplace'a - rozkład na ułamki	163
5.3.1. Wstęp	163
5.3.2. Rozkład na ułamki liniowe.....	165
5.3.3. Rozkład z wykorzystaniem ułamków kwadratowych	169
5.4. Zastosowanie transformaty do analizy systemów SLS	171
5.4.1. Rozwiązanie równań różniczkowych	171
5.4.2. Systemy drugiego rzędu	175
5.5. Zadania	178
Literatura.....	185
6. Przekształcenie Z 6.1. Podstawy matematyczne	186
6.2. Związek transformaty Z i transformaty Laplace'a	190
6.3. Własności transformaty Z	192
6.4. Obliczanie odwrotnej transformaty Z	199
6.4.1. Wstęp	199
6.4.2. Metoda bezpośredniego dzielenia	200
6.4.3. Rozkład na ułamki	201
6.4.4. Rozkład funkcji $X(z^{-1})$ na ułamki liniowe	201
6.4.5. Rozkład funkcji $X(z^{-1})$ z wykorzystaniem ułamków kwadratowych	204
6.4.6. Przykład obliczania transformaty odwrotnej funkcji niewymiernej.....	206
6.4.7. Rozkład funkcji $X(z)$	207
6.5. Zastosowanie transformaty Z do analizy systemów SLS	209
6.6. Zadania	215
Literatura.....	220
7. Transmitancje.....	221
7.1. Własności transmisyjne systemów czasu ciągłego.....	221
7.1.1. Transmitancja systemu czasu ciągłego.....	221
7.1.2. Właściwości transmitancji	225

7.1.3. Charakterystyki częstotliwościowe	227
7.1.4. Transmitancje systemów złożonych.....	232
7.1.5. Wykresy Bodego	241
7.1.6. Asymptotyczne wykresy Bodego.....	245
7.2. Własności transmisyjne systemów czasu dyskretnego	249
7.2.1. Transmitancja systemu czasu dyskretnego	249
7.2.2. Charakterystyki częstotliwościowe	253
7.2.3. Transmitancje systemów złożonych.....	259
7.3. Zadania	259
Literatura.....	271
8. Stabilność	272
8.1. Wiadomości wstępne	272
8.2. Stabilność systemu czasu ciągłego	273
8.2.1. Definicja stabilności.....	273
8.2.2. Warunki stabilności sytemu SLS	275
8.2.3. Kryterium Hurwitza	278
8.2.4. Kryterium Routha	283
8.2.5. Kryterium Nyquista	286
8.3. Stabilność systemów czasu dyskretnego	294
8.3.1. Definicja stabilności.....	294
8.3.2. Warunki stabilności systemu SLS	296
8.3.3. Kryterium Jury	299
8.3.4. Uzupełnienie	303
8.3.5. Kryterium Nyquista	304
8.4. Zadania	306
Literatura.....	311
9. Reprezentacja analogowych sygnałów okresowych za pomocą szeregów	313
9.1. Podstawy matematyczne	313
9.1.1. Przestrzenie sygnałów	313
9.1.2. Sygnały ortogonalne.....	315
9.1.3. Aproksymacja sygnałów	320
9.2. Szereg Fouriera	323
9.2.1. Postać trygonometryczna	323
9.2.2. Postać wykładnicza	329
9.2.3. Właściwości szeregu Fouriera	335
9.3. Analiza systemów SLS o wymuszeniach okresowych	340
9.4. Zadania	342
Literatura.....	346
10. Przekształcenie Fouriera sygnałów analogowych i jego zastosowania	347
10.1. Podstawy matematyczne	347
10.2. Przekształcenie Fouriera w sensie granicznym	350
10.3. Właściwości CTFT	352
10.4. Transmitancja częstotliwościowa.....	366
10.5. Częstotliwościowa analiza systemów SLS	370
10.6. Filtracja	374
10.6.1. Pojęcia podstawowe	374
10.6.2. Transformacja częstotliwości	378

10.6.3. Liniowość fazy	380
10.6.4. Filtr idealny.....	381
10.7 Zadania	383
Literatura.....	390
 11. Próbkowanie sygnałów	391
11.1. Próbkowanie impulsowe.....	391
11.1.1. Twierdzenie o próbkowaniu.....	391
11.1.2. Odtwarzanie sygnału z próbek.....	396
11.1.3. Widmo sygnału spróbkowanego impulsowo - postać bezpośrednia	397
11.2. Rekonstrukcja sygnału z zastosowaniem interpolacji	398
11.2.1. System próbkująco-pamiętający	398
11.2.2. Odcinkowo liniowa aproksymacja sygnału	400
11.3. Aliasing częstotliwościowy	402
11.4. Próbkowanie widma	406
11.5. Zadania	407
Literatura.....	411
 12. Przekształcenie Fouriera sygnałów dyskretnych i jego zastosowania	412
12.1. Podstawy matematyczne	412
12.2. Przekształcenie Fouriera sygnałów o skończonej mocy	416
12.3. Właściwości DTFT	417
12.4. Transmitancja częstotliwościowa.....	425
12.5. Częstotliwościowa analiza systemów SLS	427
12.6. Dyskretnie przetwarzanie sygnałów analogowych	431
12.6.1. Zasada przetwarzania.....	431
12.6.2. Przetwarzanie z wykorzystaniem systemu SLS czasu dyskretnego	434
12.6.3. Niezmienniczość odpowiedzi impulsowej	437
12.6.4. Przykłady	438
12.7. Zadania	442
Literatura.....	477
 13. Dyskretnie przekształcenie Fouriera	448
13.1. Podstawy matematyczne przekształcenia	448
13.2. Estymacja widma sygnałów analogowych	453
13.3. Dyskretny szereg Fouriera.....	460
13.4. Właściwości DFT	463
13.5. Splot cykliczny	468
13.5.1. Splot w dziedzinie czasu	468
13.5.2. Splot w dziedzinie częstotliwości	471
13.6. Twierdzenie Parsevala.....	472
13.7. Zadania	473
Literatura.....	476
Indeks	477