



<b>4. Schematy blokowe układów liniowych</b> . . . . .	171
4.1. Budowa schematów blokowych struktury dynamicznej . . . . .	171
4.2. Przekształcanie schematów blokowych . . . . .	176
4.2.1. Transmitancja zastępcza elementów połączonych szeregowo . . . . .	176
4.2.2. Transmitancja zastępcza elementów połączonych równolegle . . . . .	177
4.2.3. Transmitancja zastępcza układu ze sprzężeniem zwrotnym . . . . .	178
4.2.4. Przesuwanie węzła zaczepowego . . . . .	179
4.2.5. Przesuwanie węzła sumacyjnego . . . . .	179
<b>5. Stabilność układów liniowych stacjonarnych</b> . . . . .	193
5.1. Warunki stabilności . . . . .	193
5.2. Kryteria stabilności . . . . .	201
5.2.1. Algebraiczne kryterium stabilności Hurwitza . . . . .	201
5.2.2. Częstotliwościowe kryterium stabilności Nyquista . . . . .	204
<b>6. Wymagania dla układu sterowania w dziedzinie czasu</b> . . . . .	221
6.1. Dokładność statyczna układu sterowania . . . . .	221
6.2. Dokładność dynamiczna układu sterowania . . . . .	241
6.3. Wskaźniki dokładności dynamicznej układu oscylacyjnego drugiego rzędu . . . . .	242
6.4. Wpływ zera układu drugiego rzędu na wskaźniki dokładności dynamicznej . . . . .	244
6.5. Układy wyższych rzędów i bieguny dominujące . . . . .	246
<b>7. Regulatory PID</b> . . . . .	255
7.1. Regulator proporcjonalno-całkujący PI . . . . .	257
7.2. Regulator proporcjonalno-różniczkujący PD . . . . .	259
7.3. Regulator proporcjonalno-całkująco-różniczkujący PID . . . . .	262
7.4. Układy sterowania z regulatorami PID . . . . .	272
7.4.1. Sterowanie obiektem inercyjnym pierwszego rzędu za pomocą regulatora $P$ . . . . .	272
7.4.2. Sterowanie obiektem inercyjnym pierwszego rzędu za pomocą regulatora $I$ . . . . .	275
7.4.3. Sterowanie obiektem inercyjnym pierwszego rzędu za pomocą regulatora $PI$ . . . . .	280
7.4.4. Zmodyfikowany układ automatycznej regulacji obiektem inercyjnym pierwszego rzędu z regulatorem $PI$ . . . . .	281
7.4.5. Sterowanie obiektem inercyjnym pierwszego rzędu za pomocą regulatora $PID$ . . . . .	283
7.4.6. Zmodyfikowany układ automatycznej regulacji obiektem inercyjnym pierwszego rzędu z regulatorem $PID$ . . . . .	284
7.4.7. Sterowanie obiektem drugiego rzędu za pomocą regulatora $PID$ . . . . .	286
7.4.8. Dobór parametrów regulatora $PID$ . . . . .	287
<b>8. Układ ze sprzężeniem zwrotnym od zmiennych stanu</b> . . . . .	297
8.1. Sterowalność . . . . .	297
8.2. Obserwowalność . . . . .	299
8.3. Przesuwanie biegunów układu . . . . .	302
8.4. Dobór wzmocnienia w sprzężeniu od stanu dla fazowych zmiennych stanu . . . . .	304
8.5. Równanie stanu i równanie wyjścia dla układu ze sprzężeniem zwrotnym od stanu . . . . .	308
8.6. Dobór wzmocnienia w sprzężeniu od stanu dla fizycznych zmiennych stanu . . . . .	308
8.7. Dobór wzmocnienia w sprzężeniu od stanu z dodatkowym elementem całkującym . . . . .	314
<b>9. System LabVIEW™</b> . . . . .	331
9.1. Podstawy użytkowania . . . . .	331
9.2. Modelowanie i symulacja w module symulacyjnym . . . . .	339
<b>Bibliografia</b> . . . . .	367
<b>10. Załączniki</b> . . . . .	371