

Spis treści

I. WPROWADZENIE	9
1. PRZEDMIOT BADAŃ	11
1.1. Model układu	11
1.2. Własności statyczne i dynamiczne układu	13
1.3. Wielomiany i układy równań algebraicznych	14
1.4. Liniowe równania różniczkowe zwyczajne	18
1.5. Komputerowe wspomaganie obliczeń	22
2. PODSTAWY KONSTRUKCJI MODELI DYNAMIKI UKŁADÓW	26
2.1. Ogólne zasady konstrukcji modeli dynamiki	26
2.2. Zbiorniki – otwarte układy hydrauliczne	27
2.3. Obiekty cieplne – układy termokinetyczne	30
2.4. Obiekty mechaniczne	35
2.5. Obwody elektryczne	42
2.6. Inne obszary modelowania	49
II. STATYCZNY OPIS UKŁADÓW	55
3. MODELE I CHARAKTERYSTYKI STATYCZNE	57
3.1. Statyczne własności układu	57
3.2. Zastosowanie charakterystyk do linearyzacji	60
3.3. Zastosowanie charakterystyk do identyfikacji	63
3.4. Zastosowanie charakterystyk do analizowania pracy układu	66
III. BADANIA DYNAMIKI W PRAKTYCE INŻYNIERSKIEJ	69
4. ZASADY BADANIA LINIOWYCH RÓWNAŃ RÓŻNICZKOWYCH	71
4.1. Wprowadzenie	71
4.2. Analityczne rozwiązywanie liniowego równania różniczkowego	71
4.3. Wykresy podstawowych składników rozwiązania	76
4.4. Konwersja modelu do równania n -tego rzędu	83
4.5. Przykłady zastosowania rozwiązań analitycznych	84
5. SYMULACYJNE ROZWIĄZYWANIE RÓWNAŃ RÓŻNICZKOWYCH	88
5.1. Wprowadzenie – rozwiązania analityczne i symulacyjne	88
5.2. Konstrukcja schematu symulacyjnego	88
5.3. Przykłady zastosowania badań symulacyjnych	95
IV. ANALIZA I PROJEKTOWANIE UKŁADÓW LINIOWYCH	99
6. WŁASNOŚCI OBIEKTÓW LINIOWYCH (RÓWNAŃ N -TEGO RZĘDU)	101
6.1. Charakterystyka statyczna i odpowiedzi czasowe	101
6.2. Parametry statyczne i dynamiczne	101
7. MODELE PIERWSZEGO I DRUGIEGO RZĘDU – ANALIZA I PROJEKT	108
7.1. Znaczenie i zastosowanie modeli pierwszego i drugiego rzędu	108
7.2. Analiza i projektowanie układu pierwszego rzędu	108
7.3. Analiza i projektowanie układu drugiego rzędu metodą biegunów	111
7.4. Równania oscylacyjne i komplementarne	115
7.5. Przykłady zastosowania	123
V. BADANIA DYNAMIKI UKŁADÓW WIELOWYMIAROWYCH	127
8. ZASADY BADANIA UKŁADÓW RÓWNAŃ RÓŻNICZKOWYCH	129
8.1. Wprowadzenie – równania stanu	129
8.2. Analityczne rozwiązania równań stanu	130
8.3. Konwersja modelu do równań stanu	135

9. BADANIA SYMULACYJNE NA PODSTAWIE RÓWNAŃ STANU	139
9.1. Wprowadzenie	139
9.2. Definicja modeli w blokach, funkcjach i plikach	139
9.3. Przykłady realizacji badań symulacyjnych – zasady symulacji	142
10. ANALIZA I PROJEKTOWANIE LINIOWYCH RÓWNAŃ STANU	146
10.1. Metody analizy i projektowania	146
10.2. Przykłady analizy układów hydraulicznych i cieplnych	147
10.3. Przykłady analizy układów mechanicznych i elektrycznych	150
VII. MODELE OPERATOROWE	155
11. PODSTAWY I ZASADY BADANIA TRANSMITANCJI	157
11.1. Wprowadzenie – transmitancja i jej podstawowe własności	157
11.2. Transmitancje układów wielowymiarowych	160
12. BADANIA SYMULACYJNE NA PODSTAWIE TRANSMITANCJI	166
12.1. Wprowadzenie	166
12.2. Definicja transmitancji w blokach i funkcjach	166
13. ANALIZA I PROJEKTOWANIE NA PODSTAWIE TRANSMITANCJI	170
13.1. Przykłady układów	170
13.2. Transmitancje złożonych układów	175
13.3. Operatorowa metoda rozwiązywania równań różniczkowych	179
14. CHARAKTERYSTYKI I ANALIZA CZĘSTOTLIWOŚCIOWA	182
14.1. Wprowadzenie – odpowiedź częstotliwościowa	182
14.2. Metoda symboliczna	184
14.3. Transmitancja widmowa (Fourier’a)	186
14.4. Charakterystyki częstotliwościowe	188
15. CZĘSTOTLIWOŚCIOWE BADANIA SYMULACYJNE	193
15.1. Wprowadzenie	193
15.2. Generowanie charakterystyk częstotliwościowych	193
VII. PODSTAWOWE OBIEKTY DYNAMIKI	197
16. PODSTAWOWE OBIEKTY DYNAMIKI	199
16.1. Wprowadzenie	199
16.2. Człon proporcjonalny	199
16.3. Człon całkujący	200
16.4. Człon inercyjny	203
16.5. Człon różniczkujący	207
16.6. Człon forsujący	210
16.7. Człon oscylacyjny	211
16.8. Opóźnienie	217
16.9. Przypadki szczególne	218
17. ZASTOSOWANIE PODSTAWOWYCH CZŁONÓW	225
17.1. Układy minimalnofazowe i nieminimalnofazowe	225
17.2. Rozkład i synteza transmitancji	227
17.3. Asymptotyczne charakterystyki Bodego	230
17.4. Identyfikacja modeli układów	234
VIII. OPTIMALIZACJA MODELU I BADAŃ	239
18. MODEL OPTYMALNY	241
18.1. Wprowadzenie	241
18.2. Układy liniowe i nieliniowe	241
18.3. Przekształcanie i upraszczanie formy modelu	244
18.4. Skalowanie modelu i zmiennych	248
18.5. Przybliżanie i upraszczanie modelu	251

19. LINEARYZACJA MODELU	253
19.1. Linearyzacja statyczna	253
19.2. Linearyzacja dynamiczna	260
19.3. Inne metody linearyzacji	265
20. UPRASZCZANIE MODELU	266
20.1. Założenia obniżające rząd modelu	266
20.2. Obniżanie rzędu modelu	267
21. PODSTAWOWE BADANIA UKŁADÓW NIELINIOWYCH	272
21.1. Badanie stabilności lokalnej	272
21.2. Portrety fazowe	275
22. PODSUMOWANIE I ZASTOSOWANIE	288
22.1. Podsumowanie metod badania	288
22.2. Inżynierski aspekt badań, czyli zasady realizacji	290
22.3. Stabilność	293
22.4. Ciąg dalszy nastąpi?	301
Literatura	303
Skorowidz	304