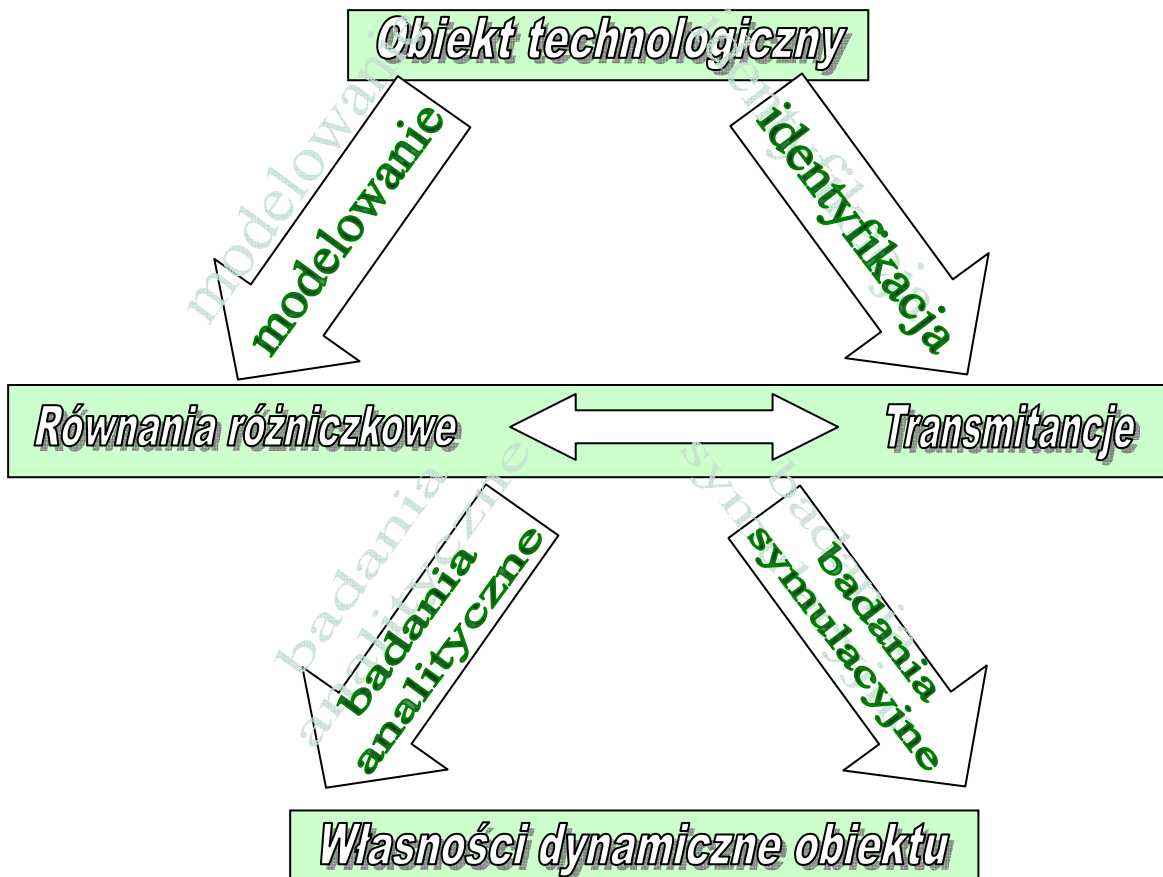


*Dynamika układów
- podstawy analizy i symulacji*

Anna Czemplik



wer. 2017/09

Recenzenci:
dr hab. inż.

© Copyright by Politechnika Wroclawska

OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50 – 370 Wrocław

| ISBN

Spis treści

WSTĘP	5
I. WPROWADZENIE	6
1. PODSTAWOWE POJĘCIA I NARZĘDZIA MATEMATYCZNE (POWTÓRKA Z MATEMATYKI)	6
1.1. Model obiektu (układu)	6
1.2. Równania i wybrane operacje algebraiczne	8
1.3. Zmienne zespolone i funkcje trygonometryczne	11
1.4. Liniowe równania różniczkowe zwyczajne (LISTA01)	13
1.5. Modele operatorowe	15
1.6. Szeregi funkcyjne	15
1.7. Pytania i zadania	16
2. ELEMENTARNE PRZYKŁADY KONSTRUKCJI MODELI DYNAMIKI UKŁADÓW (POWTÓRKA Z FIZYKI)	17
2.1. Ogólne zasady konstrukcji modeli dynamiki	17
2.2. Zbiorniki – otwarte układy hydrauliczne	17
2.3. Obiekty cieplne – układy termokinetyczne	19
2.4. Obiekty mechaniczne liniowe	21
2.5. Układy elektryczne	23
2.6. Układy hydrauliczne i pneumatyczne	25
2.7. Inne (w tym układy biologiczne)	25
2.8. Analogie	25
2.9. Modele rzeczywistych obiektów - założenia i ograniczenia modeli	27
3. BADANIA SYMULACYJNE (POWTÓRKA Z PODSTAW MATLABA)	28
3.1. Wprowadzenie – elementy [5]	28
3.2. Przykłady – podstawowe funkcje i operacje	29
3.3. Pytania, zadania – zastosowanie macierzy i wykresów (LAB 01)	29
II. STATYCZNY I DYNAMICZNY OPIS UKŁADÓW	31
4. CHARAKTERYSTYKI STATYCZNE	31
4.1. Wprowadzenie – parametry opisu statycznego	31
4.2. Przykład – układ sprężyn	31
4.3. Pytania i zadania – generowanie charakterystyk statycznych (LAB 02)	32
5. ROZWIĄZANIA ANALITYCZNE - FUNKCJE CZASU – WYKRESY ROZWIĄZAŃ ANALITYCZNYCH	34
5.1. Wprowadzenie	34
5.2. Przewidywanie własności – funkcje eksponencjalne (LISTA01/3)	34
5.3. Wykresy rozwiązań i przewidywanie własności (LISTA01/3)	36
5.4. Zadania – badanie przebiegu złożonych funkcji (LAB 03)	36
6. SYMULACYJNE ROZWIĄZYWANIE RÓWNAŃ RÓŻNICzkOWYCH	38
6.1. Wprowadzenie – rozwiązanie analityczne i symulacyjne	38
6.2. Definiowanie modeli poprzez konstrukcję schematu symulacyjnego (LAB 04)	38
6.3. Przykłady i zadania (LAB 04)	41
III. ANALIZA I PROJEKTOWANIE UKŁADÓW LINIOWYCH	43
7. WŁASNOŚCI OBIEKTÓW	43
7.1. Interpretacja fizyczna rozwiązania i stabilność układu	43
7.2. Podstawowe badania – punkt równowagi, odpowiedź skokowa i impulsowa	45
8. ANALIZA I PROJEKTOWANIE MODELI PIERWSZEGO I DRUGIEGO RZĘDU	46
8.1. Wprowadzenie – znaczenie i zastosowanie modeli pierwszego i drugiego rzędu	46
8.2. Analiza i projektowanie układu drugiego rzędu na podstawie biegunów	47
8.3. Równania oscylacyjne i komplementarne	48
8.4. Zadania – badanie i projektowanie „jakościowe” (LISTA 02, LAB 05)	51
8.5. Odpowiedzi skokowe i impulsowe układów drugiego rzędu	53
9. PORTRETY FAZOWE	55
9.1. Wprowadzenie - definicja i własności portretu fazowego	55
9.2. Portrety fazowe układów liniowych (LAB ...)	55
9.3. Symulacyjne generowanie portretów fazowych	55
9.4. Zadania (LAB...)	56
IV. UKŁADY WIELOWYMIAROWE (MIMO)	57
10. UKŁAD RÓWNAŃ RÓŻNICzkOWYCH	57
10.1. Wprowadzenie - układ równań stanu	57
10.2. Przykłady obiektów MIMO	59
10.3. Przekształcenie równania n -tego rzędu do układu równań 1. rzędu	60

11.	BADANIA SYMULACYJNE NA PODSTAWIE RÓWNAŃ STANU	61
11.1.	<i>Definicja modeli w blokach, funkcjach i plikach</i>	61
11.2.	<i>Zadania – badanie liniowych i nieliniowych równań stanu (LAB 06-07)</i>	62
V.	MODELE OPERATOROWE	63
12.	TRANSMITANCJE LAPLACE’A	63
12.1.	<i>Wprowadzenie - transmitancja i jej podstawowe własności</i>	63
12.2.	<i>Transmitancje układów wielowymiarowych</i>	64
12.3.	<i>Schematy blokowe (strukturalne)</i>	67
13.	BADANIA SYMULACYJNE NA PODSTAWIE TRANSMITANCJI (LAB 07)	68
13.1.	<i>Definicja modeli w blokach, funkcjach i plikach</i>	68
13.2.	<i>Przykłady</i>	69
14.	CHARAKTERYSTYKI CZĘSTOTLIWOŚCIOWE	70
14.1.	<i>Wprowadzenie</i>	70
14.2.	<i>Rodzaje charakterystyk częstotliwościowych</i>	72
14.3.	<i>Symulacyjne generowanie charakterystyk częstotliwościowych</i>	72
VI.	PODSTAWOWE OBIEKTY DYNAMIKI.....	74
15.	PODSTAWOWE OBIEKTY DYNAMIKI	74
15.1.	<i>Wprowadzenie</i>	74
15.2.	<i>Parametry i odpowiedzi podstawowych członów dynamiki</i>	74
15.3.	<i>Przykłady</i>	76
15.4.	<i>Przekształcenia podstawowych członów</i>	76
16.	PODSTAWOWE CZŁONY DYNAMIKI W DZIEDZINIE CZASU	78
16.1.	<i>Wprowadzenie – człony dynamiki i rzeczywiste obiekty</i>	78
16.2.	<i>Przykład – definicja i badanie układów opartych na członach</i>	78
16.3.	<i>Zadania – definicje i odpowiedzi czasowe modeli</i>	79
16.4.	<i>Identyfikacja dynamiki metodą charakterystyk czasowych</i>	80
17.	PODSTAWOWE CZŁONY DYNAMIKI W DZIEDZINIE CZĘSTOTLIWOŚCI	81
17.1.	<i>Charakterystyki Bodego podstawowych członów</i>	81
17.2.	<i>Identyfikacja dynamiki metodą charakterystyk częstotliwościowych</i>	83
17.3.	<i>Zadania – dokładne i asymptotyczne charakterystyki Bodego</i>	84
VII.	UKŁADY LINIOWE I ZLINEARYZOWANE	85
18.	UKŁADY LINIOWE I ZLINEARYZOWANE.....	85
18.1.	<i>Podstawowe własności układu liniowego</i>	85
18.2.	<i>Założenia upraszczające opis</i>	85
19.	MODELE NIELINIOWE.....	86
19.1.	<i>Analiza układów nieliniowych</i>	86
19.2.	<i>Badania symulacyjne</i>	87
19.3.	<i>Portrety układów nieliniowych</i>	88
VIII.	PODSUMOWANIE METOD BADANIA DYNAMIKI.....	89
20.	BADANIA DOŚWIADCZALNE.....	89
21.	BADANIA ANALITYCZNE I SYMULACYJNE	89
21.1.	<i>Podsumowanie metod badania</i>	89
21.2.	<i>Wybór modelu i metody badania</i>	90
22.	PROGRAMY SYMULACYJNE.....	90
22.1.	<i>O funkcjach, toolbox’ach, interfejsach</i>	90
22.2.	<i>Metody całkowania numerycznego (co jest „pod spodem”)</i>	90

+