

SPIS TREŚCI

	Str.
Rozdział 1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE O AUTOMATYCE I UKŁADACH AUTOMATYCZNYCH.	7
1.1. Podstawowe pojęcia i zasady automatyki	7
1.1.1. Określenie automatyki	7
1.1.2. Określenie sterowania. Ogólne zasady sterowania	7
1.1.3. Sterowanie a regulacja. Ogólne schematy układów automa- tycznych	10
1.2. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji	12
1.2.1. Klasyfikacja z uwagi na typ zadania regulacji	13
1.2.2. Klasyfikacja z uwagi na model matematyczny	14
1.2.3. Zwykle i adaptacyjne układy automatycznej regulacji	15
1.2.4. Układy ekstremalne	16
1.3. Podstawowe elementy i ogólny schemat układu automatycznej regulacji. Główne zagadnienia teorii układów automaty- cznej regulacji	17
1.3.1. Główne funkcje i urządzenia funkcjonalne regulatora auto- matycznego	17
1.3.2. Ogólny schemat funkcjonalny układu automatycznej regula- cji	18
1.3.3. Główne zadania analizy i syntezy układów automatycznej re- gulacji	19
Rozdział 2. CHARAKTERYSTYKI UKŁADÓW DYNAMICZNYCH	20
2.1. Elementy układów regulacji	20
2.2. Równania układów liniowych	21
2.2.1. Układy podstawowe	21
2.2.2. Układy złożone	23
2.2.3. Współrzędne stanu	24
2.2.4. Rodzaje układów liniowych	26
2.2.5. Przykłady	27
2.3. Transmitancja operatorowa i widmowa	31
2.3.1. Transmitancja operatorowa	31
2.3.2. Transmitancja widmowa	32
2.3.3. Charakterystyki częstotliwościowe	34

	Str.
2.3.4. Łączenie układów dynamicznych	37
2.3.5. Przykłady	38
2.4. Charakterystyki czasowe	42
2.4.1. Określenie charakterystyk czasowych	42
2.4.2. Związki między charakterystykami czasowymi i transmitan- cjami	44
2.4.3. Wartości graniczne charakterystyk czasowych	45
2.5. Podstawowe człony dynamiczne	48
2.5.1. Człony bezinercyjne i inercyjne I-go rzędu	48
2.5.2. Człony inercyjne II-go i wyższych rzędów	49
2.5.3. Człony różniczkujące i całkujące	53
2.5.4. Człony oscylacyjne II-rzędu	54
2.5.5. Człony opóźniające	55
2.6. Układy nieliniowe	55
2.6.1. Rodzaje statycznych układów nieliniowych	56
2.6.2. Aproksymacja charakterystyk nieliniowych	57
2.6.3. Metody przestrzeni fazowej	60
2.7. Dynamika układów impulsowych	63
2.7.1. Impulsatory	63
2.7.2. Transformacja Z	65
2.7.3. Równania różnicowe	67
2.7.4. Przykłady	69
Rozdział 3. STABILNOŚĆ I JAKOŚĆ LINIOWYCH UKŁADÓW AUTOMA- TYCZNEJ REGULACJI	72
3.1. Schemat funkcjonalny i schemat zastępczy UAR	72
3.1.1. Typowy schemat funkcjonalny UAR	72
3.1.2. Schemat strukturalny UAR	73
3.1.3. Schemat zastępczy UAR	74
3.2. Transmitancje operatorowe UAR	75
3.2.1. Główna transmitancja operatorowa	76
3.2.2. Transmitancja operatorowa uchybowa	77
3.2.3. Transmitancja operatorowa względem zakłóceń	78
3.3. Charakterystyki czasowe i częstotliwościowe UAR	79
3.3.1. Charakterystyki czasowe UAR	79
3.3.2. Charakterystyki częstotliwościowe UAR	80
3.4. Stabilność UAR	83
3.4.1. Pojęcie stabilności liniowego UAR	83
3.4.2. Kryterium stabilności Routha-Hurwitza	86
3.4.3. Częstotliwościowe kryterium stabilności	87
3.4.4. Badanie stabilności przy pomocy logarytmicznych charakte- rystyk częstotliwościowych. Zapas stabilności	90

3.4.5. Przykład badania stabilności UAR. Stabilność a współczynnik wzmocnienia	92
3.5. Jakość procesów regulacji	94
3.5.1. Jakość stanu ustalonego	95
3.5.2. Jakość procesu przejściowego	99
3.6. Pośrednie metody analizy i kryteria jakości procesów regulacji	102
3.6.1. Charakterystyki i kryteria częstotliwościowe	102
3.6.2. Kryteria całkowite	107
3.7. Dynamika statystyczna liniowych układów regulacji automatycznej	112
3.8. Stabilność i jakość regulacji w liniowych impulsowych UAR	118
3.8.1. Stabilność liniowych układów impulsowych	118
3.8.2. Jakość regulacji w liniowych układach impulsowych UAR	119
Rozdział 4. WYBRANE ZAGADNIENIA TEORII NIELINIOWYCH UKŁADÓW AUTOMATYCZNEJ REGULACJI (UAR)	123
4.1. Pojęcie stabilności układów nieliniowych	124
4.1.1. Stabilność punktu równowagi według Lapunowa	124
4.1.2. Inne rodzaje stabilności	125
4.1.3. Przykłady ilustrujące	126
4.2. Metody badania stabilności układów nieliniowych	127
4.2.1. Pierwsza zasada Lapunowa - badanie stabilności układów nieliniowych metodą linearyzacji	127
4.2.2. Druga zasada Lapunowa - bezpośrednia metoda badania stabilności układu nieliniowego	128
4.2.3. Metoda płaszczyzny fazowej	129
4.2.4. Metoda linearyzacji harmonicznej	132
4.3. Analiza układów nieliniowych metodą linearyzacji harmonicznej	133
4.3.1. Funkcja opisująca elementu nieliniowego	133
4.3.2. Równanie układu regulacji z elementem nieliniowym	137
4.3.3. Stabilizacja układów nieliniowych	140
4.4. Elementy teorii układów przekaźnikowych	143
4.4.1. Analiza trójpołożeniowego UAR metodą linearyzacji harmonicznej	143
4.4.2. Zastosowanie metody płaszczyzny fazowej do analizy układów przekaźnikowych	146
4.5. Wpływ różnych nieliniowości regulatora na proces automatycznej regulacji	153
4.5.1. Strefa nieczułości	153
4.5.2. Nasycenie	154

	Str.
4.5.3. Luz i nasycenie	155
4.5.4. Charakterystyki kwadratowe i sześciennie	156
4.5.5. Ogólna zasada polepszania jakości regulacji za pomocą nieliniowości	157
Rozdział 5. ELEMENTY UKŁADÓW AUTOMATYCZNEJ REGULACJI .	161
5.1. Wstęp	161
5.2. Obiekty i ich identyfikacja	163
5.2.1. Ogólne własności obiektu	163
5.2.2. Charakterystyki częstotliwościowe	166
5.2.3. Charakterystyki czasowe	168
5.2.4. Symulowanie	170
5.3. Elementy pomiarowe	172
5.3.1. Ogólne charakterystyki elementów pomiarowych	173
5.3.2. Czujniki	174
5.3.3. Przetworniki	175
5.3.4. Przykłady elementów pomiarowych	176
5.4. Regulatory	177
5.4.1. Rodzaje regulatorów	178
5.4.2. Budowa regulatorów ciągłych	179
5.4.3. Budowa regulatorów o wyjściu nieciągłym	182
5.4.4. Systemy blokowe	184
5.5. Dobór i nastawianie regulatorów	185
5.5.1. Elementy wykonawcze	185
5.5.2. Dobór elementów UAR	186
5.5.3. Dobór regulatorów	188
5.5.4. Nastawianie regulatorów	189
Dodatek. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH POJĘĆ I METOD ANALIZY PROCESÓW PRZYPADKOWYCH	191
1. Pojęcie procesu przypadkowego	191
2. Statystyczny opis procesu przypadkowego. Proces stacjonarny	191
3. Momenty procesu przypadkowego (stacjonarnego)	193
4. Szum biały	194
5. Ergodyczność procesu przypadkowego	194
6. Gęstość widmowa procesu przypadkowego	195
7. Przechodzenie procesów przypadkowych przez układy dynamiczne	195
8. Funkcja korelacji wzajemnej. Wzajemna widmowa gęstość mocy	195
LITERATURA	197