

Spis treści

str.

1. WIADOMOŚCI WSTĘPNE	1
1.1. Struktura obwodu regulacji	1
1.1.1. Elementy składowe obwodu regulacji	1
1.1.2. Przykład obwodu automatycznej regulacji	2
1.1.3. Charakterystyka statyczna obwodu regulacji	4
1.1.4. Cechy charakterystyczne regulacji	5
1.2. Sterowanie, regulacja i serwomechanizmy	6
1.2.1. Układ sterowania	6
1.2.2. Sterowanie a regulacja	7
1.2.3. Serwomechanizm	8
1.3. Klasyfikacja układów automatyki	9
1.3.1. Podział ze względu na liniowość elementów	10
1.3.2. Podział ze względu na sposób przedstawiania wyni - ków pomiaru	10
1.3.3. Podział ze względu na zadanie układu	11
1.3.4. Podział ze względu na sposób działania układu	12
1.3.5. Podział ze względu na rodzaj aparatury regulacyj - nej	13
1.4. Procesy przejściowe w układach automatyki	13
1.4.1. Zakłócenia występujące w układach automatyki	13
1.4.2. Typowe zakłócenia	13
1.4.3. Kryteria oceny jakości układu automatyki	15
2. WŁASNOŚCI STATYCZNE	17
2.1. Charakterystyką statyczną	17
2.1.1. Definicja charakterystyki statycznej	17
2.1.2. Charakterystyka statyczna zwężki mierniczej	17
2.1.3. Linearyzacja charakterystyki statycznej	18
2.2. Charakterystyka przepływowa oporu	19
2.2.1. Opory	19
2.2.2. Charakterystyka przepływowa pneumatycznego oporu stałego	19

2.2.3. Przykład charakterystyki przepływowej oporu	20
2.2.4. Opór dysza-przysłona	21
2.3. Przykłady charakterystyk statycznych elementów automatyki.	22
2.3.1. Kaskada sterująca	22
2.3.2. Kaskada proporcjonalna	24
2.3.3. Pneumatyczny siłownik membranowy	26
2.3.4. Przekaznik pneumatyczny	28
2.4. Charakterystyka statyczna układu otwartego i zamkniętego	30
2.4.1. Analityczne wyznaczanie charakterystyki statycznej układu otwartego	30
2.4.2. Wykreślne wyznaczanie charakterystyki statycznej szeregowego połączenia członów	32
2.4.3. Charakterystyka statyczna układu zamkniętego	35
2.5. Współczynnik wzmocnienia	36
2.5.1. Definicja współczynnika wzmocnienia	36
2.5.2. Współczynnik wzmocnienia szeregowego połączenia członów	37
2.5.3. Współczynnik wzmocnienia układu zamkniętego	38
3. WŁASNOŚCI DYNAMICZNE	38
3.1. Człony podstawowe	38
3.1.1. Człon proporcjonalny	39
3.1.2. Człon całkujący	39
3.1.3. Człon inercyjny	42
3.1.4. Człon różniczkujący	48
3.1.5. Człon oscylacyjny	51
3.1.6. Człon opóźniający	54
3.2. Transmitancja i schematy blokowe	54
3.2.1. Transmitancja	54
3.2.2. Algebra schematów blokowych	58
3.2.3. Przykłady schematów blokowych	62
3.3. Charakterystyki częstotliwościowe	66
3.3.1. Transmitancja widmowa	66
3.3.2. Charakterystyka amplitudowo-fazowa	68
3.3.3. Logarytmiczne charakterystyki częstotliwościowe	72
3.3.4. Charakterystyki częstotliwościowe członów podstawowych	76

4. OBIEKTY REGULACJI	77
4.1. Rodzaje obiektów regulacji	77
4.1.1. Pojęcie obiektu regulacji	77
4.1.2. Obiekty bez wyrównania	78
4.1.3. Obiekty z wyrównaniem	80
4.1.4. Obiekty wyższego rzędu z wyrównaniem	83
4.2. Identyfikacja obiektów regulacji	84
4.3. Modelowanie	86
4.3.1. Modelowanie układów automatyki	86
4.3.2. Modelowanie obiektu regulacji	87
5. URZĄDZENIA WYKONAWCZE	88
5.1. Elementy składowe urządzenia wykonawczego	88
5.2. Elementy nastawcze	89
5.3. Rodzaje zaworów	89
5.4. Charakterystyki zaworów	90
5.4.1. Charakterystyka otwarcia zaworu	90
5.4.2. Charakterystyka przepływowa zaworu	90
5.4.3. Określenie średnicy gniazda zaworu	92
5.5. Siłowniki do napędu elementów nastawczych	94
6. P O M I A R Y	97
6.1. Metody pomiarów	97
6.2. Czujniki pomiarowe	101
6.2.1. Temperatura	101
6.2.2. Ciśnienie	104
6.2.3. Przepływ	106
6.2.4. Poziom cieczy	107
6.2.5. Prędkość obrotowa	108
6.2.6. Skład chemiczny gazów	109
6.2.7. Wilgotność	110
6.3. Błędy pomiaru	111
6.4. Własności przyrządów pomiarowych	113
6.5. Przetworniki pomiarowe	114

7. REGULATORY	117
7.1. Własności regulatorów	117
7.2. Dobór nastaw regulatora	120
7.3. Regulatory bezpośredniego działania	121
7.3.1. Regulator astatyczny	122
7.3.2. Regulator statyczny	123
7.4. Regulatory hydrauliczne	124
7.4.1. Rodzaje wzmacniaczy płynowych	124
7.4.2. Hydrauliczny regulator z rurką strumieniową	127
7.5. Regulatory pneumatyczne	131
7.5.1. Blokowy system budowy pneumatycznej aparatury automatyki	131
7.5.2. Pneumatyczny regulator membranowy	131
7.5.3. Pneumatyczny regulator mieszkowy	134
8. UKŁADY REGULACJI	135
8.1. Pneumatyczny układ regulacji	135
8.2. Regulacja kaskadowa	137
8.3. Regulacja złożona	138
8.3.1. Regulacja kolumny rektyfikacyjnej	139
8.3.2. Regulacja wymienników ciepła	140
9. STABILNOŚĆ UKŁADÓW AUTOMATYKI	141
9.1. Pojęcie stabilności ,	141
9.2. Kryteria stabilności	142
9.2.1. Kryterium Hurwitz'a	144
9.2.2. Kryterium Michajłowa	148
9.2.3. Kryterium Nyquista	152
10. UKŁADY Z REGULATORAMI PRZEKAŹNIKOWYMI	154
10.1. Regulacja dwupołożeniowa	154
10.2. Regulacja trójpokożeniowa	159
10.3. Regulacja krokowa	160
10.4. Regulacja impulsowa	160

10.4.1. Modulacja sygnału	160
10.4.2. Przykłady układów regulacji impulsowej	161
11. UKŁADY LOGICZNE	
11.1. Automatyzacja procesów nieciągłych	162
11.2. Funkcje logiczne	163
11.3. Realizacja funkcji logicznych	164
11.4. Automatyzacja procesu nieciągłego na przykładzie dozo - wania	167
L i t e r a t u r a	170