

SPIS TREŚCI

Przedmowa	9
Ćwiczenie 1 (opracował A. Marusak)	11
IDENTYFIKACJA	11
1.1. Wprowadzenie	11
1.2. Klasyfikacja metod identyfikacji	13
1.3. Metody charakterystyk czasowych	15
1.3.1. Bezpośrednie wyznaczanie charakterystyki skokowej	15
1.3.2. Pośrednie wyznaczanie charakterystyki skokowej	16
1.3.3. Określanie transmitancji obiektu na podstawie charakterystyki skokowej	21
1.3.4. Wyznaczanie charakterystyki amplitudowo-fazowej na podstawie charakterystyki skokowej	
1.4. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych ...	24
1.5. Metoda funkcji korelacyjnych	26
1.6. Metoda symulowania	29
1.7. Cel ćwiczenia	31
1.8. Zestaw laboratoryjny	31
1.8.1. Opis ogólny	31
1.8.2. Opis działania układu	33
1.9. Przebieg ćwiczenia	40
1.9.1. Przygotowanie układu do pracy	40
1.9.2. Identyfikacja własności statycznych obiektu sterowania	41
1.9.3. Identyfikacja własności dynamicznych obiektu sterowania	44

1.10. Sprawozdanie	45
1.11. Pytania kontrolne	46
1.12. Literatura zalecana	46
Ćwiczenie 2 (opracował A.Marusak)	47
REGULACJA	47
2.1. Wprowadzenie	47
2.2. Cel ćwiczenia	50
2.3. Obiekt regulacji	50
2.4. Regulator	51
2.5. Sygnały zadane	53
2.6. Sygnał zakłóceń	53
2.7. Wybór rodzaju regulatora	53
2.8. Nastawianie regulatorów	55
2.9. Przygotowanie badań	61
2.10. Przebieg ćwiczenia	61
2.11. Sprawozdanie	62
2.12. Pytania kontrolne	63
2.13. Literatura zalecana	63
Ćwiczenie 3 (opracował A.Marusak)	63
BADANIE CHARAKTERYSTYK STATYCZNYCH I FUNKCJI OPISUJĄCEJ ELEMENTÓW NIELINIOWYCH	63
3.1. Wprowadzenie	63
3.2. Rodzaje nieliniowości	66
3.3. Metody badania nieliniowych układów regulacji auto- matycznej (UAR)	70
3.4. Funkcja opisująca	72
3.5. Badanie nieliniowych UAR metodą funkcji opisującej	79
3.6. Elektryczne modele analogowe elementów nieliniowych	80
3.6.1. Ogranicznik diodowy	80
3.6.2. Modelowanie elementu ze strefą martwą	82
3.6.3. Modelowanie nasycenia (ograniczenia)	83
3.6.4. Modelowanie przekaźnika dwupołożeniowego	84
3.6.5. Modelowanie luzu	84
3.6.6. Modelowanie przekaźnika dwupołożeniowego z histerezą	85
3.7. Cel ćwiczenia	86
3.8. Opis zestawu laboratoryjnego	88

3.9. Przebieg ćwiczenia	88
3.9.1. Układ pomiarowy	88
3.9.2. Skalowanie woltomierza selektywnego	89
3.9.3. Badanie elementów nieliniowych	89
3.10. Sprawozdanie	93
3.11. Pytania kontrolne	93
3.12. Literatura zalecana	94
Ćwiczenie 4 (opracował W. Żydanowicz)	94
MODELOWANIE UKŁADÓW LINIOWYCH ZA POMOCĄ WZMACNIACZY OPE-	
RACYJNYCH	94
4.1. Wprowadzenie	94
4.2. Modelowanie bezpośrednie	95
4.3. Modelowanie równoległe	96
4.4. Modelowanie iteracyjne	97
4.5. Modelowanie równań różniczkowych	99
4.6. Modelowanie strukturalne	100
4.7. Przygotowanie zadania do modelowania	100
4.8. Omówienie modelowanego układu	101
4.9. Opis stanowiska laboratoryjnego	104
4.10. Aparatura pomiarowa	106
4.11. Instrukcja robocza	106
4.12. Sprawozdanie	109
4.13. Pytania kontrolne	109
4.14. Literatura zalecana	110
Ćwiczenie 5 (opracował W. Żydanowicz)	110
MODELOWANIE UKŁADÓW NIELINIOWYCH	110
5.1. Wprowadzenie	110
5.2. Serwomechanizm II rzędu z elementem nieliniowym ty-	
pu nasycenia	111
5.3. Serwomechanizm II rzędu z elementem nieliniowym ty-	
pu strefa nieczułości	118
5.4. Serwomechanizm II rzędu z innymi elementami nieliniowymi	123
5.5. Opis stanowiska laboratoryjnego	124
5.6. Aparatura pomiarowa	124
5.7. Instrukcja robocza	124
5.8. Sprawozdanie	125
5.9. Pytania kontrolne	125
5.10. Literatura zalecana	125

Ćwiczenie 6 (opracował W.Żydanowicz)	126
REGULACJA EKSTREMALNA	126
6.1. Wprowadzenie	126
6.2. Wyznaczenie gradientu	127
6.2.1. Pomiar składowych gradientu przy wykorzysta- naniu pomocniczego sygnału modulującego ...	127
6.2.2. Pomiar pochodnej x względem czasu	129
6.2.3. Metoda z zapamiętywaniem ekstremum	129
6.3. Sposoby szukania ekstremum	131
6.3.1. Metoda Gaussa-Seidla	131
6.3.2. Metoda gradientu	131
6.3.3. Metoda najszybszego zejścia	132
6.4. Przykłady budowy regulatorów ekstremalnych	132
6.4.1. Regulator ekstremalny, wykorzystujący syg- nał pomocniczy	132
6.4.2. Regulator ekstremalny mierzący pochodną dx/dt	133
6.4.3. Regulator ekstremalny z zapamiętywaniem ekstremum	134
6.5. Problemy związane z oceną jakości układów regula- cji ekstremalnej	134
6.6. Opis układu regulacji ekstremalnej badanego w ćwi- czeniu	135
6.7. Opis stanowiska laboratoryjnego	140
6.8. Aparatura pomiarowa	140
6.9. Instrukcja robocza	140
6.10. Pytania kontrolne	143
6.11. Literatura zalecana	143
Ćwiczenie 7 (opracował K.Amborski)	144
SERWOMECHANIZM PRZEKAŹNIKOWY	144
7.1. Wprowadzenie	144
7.2. Opis matematyczny układu regulacji	146
7.2.1. Równania regulatora przekąźnikowego	147
7.2.2. Równania serwowatora	148
7.2.3. Równania obiektu	151
7.2.4. Analiza układu regulacji ze sztywnym sprzę- żeniem zwrotnym	153
7.2.5. Serwomechanizm przekąźnikowy z dodatkowym tachometrycznym sprzężeniem zwrotnym	157

7.2.6. Wpływ czynników dodatkowych na działanie serwomechanizmu	159
7.3. Opis stanowiska laboratoryjnego	161
7.3.1. Obiekt	162
7.3.2. Detektor kąta	162
7.3.3. Wartość zadana	163
7.3.4. Element porównujący	163
7.3.5. Element przekąźnikowy	163
7.4. Instrukcja robocza	164
7.4.1. Badanie układu otwartego	164
7.4.2. Badanie układu zamkniętego	167
7.4.3. Badanie serwomechanizmu przekąźnikowego z dodatkowym sprzężeniem tachometrycznym ...	169
7.5. Pytania kontrolne	170
7.6. Literatura zalecana	171
Ćwiczenie 8 (opracował K.Amborski)	171
SERWOMECHANIZM CZASOPTYMALNY	171
8.1. Wprowadzenie	171
8.2. Opis matematyczny układu regulacji	172
8.3. Opis stanowiska laboratoryjnego	179
8.3.1. Realizacja kwadratowa	180
8.3.2. Element przekąźnikowy	182
8.4. Instrukcja robocza	183
8.4.1. Badanie kwadratora	183
8.4.2. Badanie serwomechanizmu	186
8.5. Pytania kontrolne	187
8.6. Literatura zalecana	187
Ćwiczenie 9 (opracował K.Amborski)	187
CZUJNIKI I PRZETWORNIKI	187
9.1. Wprowadzenie	187
9.2. Czujniki temperatury	190
9.3. Przetworniki elektromechaniczne	193
9.4. Cel ćwiczenia	194
9.5. Stanowisko laboratoryjne	195
9.5.1. Opis zastosowanych czujników termicznych .	197
9.5.2. Opis przetworników elektromechanicznych ..	198

9.6.	Instrukcja robocza	200
9.6.1.	Badanie czujników temperatury	200
9.6.2.	Badanie przetworników elektromechanicznych.	201
9.6.3.	Sprawozdanie	202
9.7.	Pytania kontrolne	202
9.8.	Literatura zalecana	203