

Spis treści

5	Sensoryka	9	6.2
5.1	Przetworniki pomiarowe i sensory	9	6.3
5.1.1	Przetworniki pomiarowe	9	6.4
5.1.2	Sensory	11	
5.1.2.1	Sensory analogowe	12	6.5
5.1.2.2	Sensory binarne	13	
5.1.2.3	Sensory cyfrowe	13	
5.2	Zasady przetwarzania wielkości nieelektrycznych w sygnały elektryczne	14	
5.2.1	Przetwarzanie taktylno – stykowe	14	
5.2.2	Przetwarzanie rezystancyjne	15	6.6
5.2.3	Przetwarzanie indukcyjne	18	
5.2.4	Przetwarzanie pojemnościowe	20	
5.2.5	Przetwarzanie ultradźwiękowe	21	
5.2.6	Przetwarzanie optyczne	22	6.7
5.2.7.	Przetwarzanie piezokrystaliczne	23	
5.2.8	Inne zasady przetwarzania	24	
5.3	Zasady działania, budowa i zastosowanie sensorów	25	
5.3.1	Analogowe i binarne sensory położenia o działaniu rezystancyjnym, indukcyjnym i pojemnościowym	26	7.1
5.3.1.1	Sensory potencjometryczne	27	7.2
5.3.1.2	Sensory indukcyjne	28	7.3
5.3.1.3	Sensory pojemnościowe	31	
5.3.2.	Optyczne sensory położenia	33	
5.3.2.1	Bramki optyczne	33	
5.3.2.2	Refleksyjne bramki optyczne	34	
5.3.2.3	Refleksyjne sensory zbliżeniowe	35	
5.3.2.4	Refleksyjne sensory triangulacyjne	37	
5.3.2.5	Sensory optyczne światłowodowe	37	
5.3.2.6	Elektronika sensorów optycznych	38	7.4
5.3.2.7	Kryteria wyboru sensorów optycznych	39	
5.3.3	Ultradźwiękowe sensory położenia	41	
5.3.4.	Cyfrowe sensory położenia	43	
5.3.4.1	Inkrementalne sensory położenia	43	
5.3.4.2	Sensory z liniami i tarczami kodowymi	45	
5.3.5	Sensory prędkości	47	
5.3.5.1	Prądnice tachometryczne	48	
5.3.5.2	Ultradźwiękowe sensory prędkości przepływu	49	
5.3.5.3	Radarowe sensory prędkości	49	
5.3.6	Sensory przyspieszenia	50	
5.3.7	Tensometryczne sensory wydłużenia, siły, momentu obrotowego i ciśnienia	51	
5.3.8	Sensory temperatury	52	7.5
5.3.8.1	Termometry termoelektryczne i rezystancyjne	52	
5.3.8.2	Półprzewodnikowe sensory temperatury	53	
5.3.9	Zasilanie sensorów i ich obciążalność energetyczna	54	
6	Maszyny manipulacyjne	57	
6.1	Rodzaje maszyn manipulacyjnych	58	
6.1.1	Serwooperatory	58	

	6.1.2	Teleoperatory	59
	6.1.3	Manipulatory i modułowe systemy manipulacyjne	60
	6.1.4	Roboty przemysłowe	61
9	6.2	Układy napędowe maszyn manipulacyjnych	64
	6.3	Chwytyki i narzędzia maszyn manipulacyjnych	65
9	6.4	Kinematyka mechanizmów maszyn manipulacyjnych	66
9	6.4.1	Ruchliwość mechanizmu	67
11	6.4.2	Rodzaje konstrukcji i przestrzenie robocze	68
12	6.5	Sterowanie robotami przemysłowymi	72
13	6.5.1	Koordinacja ruchu	73
13	6.5.2	Interpolacja toru ruchu	75
14	6.5.3	Poślizg i oscylacje narzędzia	75
14	6.5.4	Sensoryka robotów	77
15	6.6	Programowanie robotów	78
18	6.6.1	Metody programowania	79
20	6.6.2	Programowanie w językach wyższego rzędu	81
21	6.7	Bezpieczeństwo pracy z maszynami manipulacyjnymi	82
22			
23			
24	7	Technika regulacji	84
25			
26	7.1	Pojęcia podstawowe	84
27	7.2	Rodzaje regulacji	85
28	7.3	Człony układów regulacji	87
31	7.3.1	Człon proporcjonalny (człon P)	87
33	7.3.2	Człon inercyjny pierwszego rzędu (PT_1)	88
33	7.3.3	Człon inercyjny drugiego rzędu (PT_2) i człon oscylacyjny	90
34	7.3.4	Człon całkujący (I)	93
35	7.3.5	Człon różniczkujący (D)	94
37	7.3.6	Człon opóźniający	95
37	7.3.7	Połączone działanie wielu członów układu regulacji	96
38	7.4	Regulatory i układy regulacji	99
39	7.4.1	Regulatory nieciągłe	99
41	7.4.2	Regulatory ciągłe	100
43	7.4.3	Regulatory cyfrowe	102
43	7.4.3.1	Kwantowanie i próbkowanie sygnałów	104
45	7.4.3.2	Algorytmy regulacji	105
47	7.4.3.3	Algorytm pozycyjny PID	106
48	7.4.3.4	Algorytm przyrostowy PID	107
49	7.4.4	Regulacja obiektów statycznych	107
49	7.4.5	Regulacja obiektów astatycznych	108
50	7.4.6	Dobór nastaw regulatora	108
51	7.4.7	Stabilność układów regulacji	110
52	7.5	Przykłady zastosowań regulatorów	112
52	7.5.1	Regulacja stałwartościowa prędkości obrotowej silnika elektrycznego	112
53	7.5.1.1	Regulacja prędkości obrotowej z wykorzystaniem regulatora proporcjonalnego	112
54	7.5.1.2	Regulacja prędkości obrotowej z wykorzystaniem regulatora proporcjonalno-całkowego	114
57	7.5.2	Regulacja położenia w układzie napędowym z silnikiem elektrycznym z wykorzystaniem regulatora proporcjonalnego	115
58	7.5.3	Regulacja nadążna położenia w układach napędowych maszyn i robotów	117

7.5.3.1.	Regulacja kaskadowa	118
7.5.3.2	Forsowanie prędkości w układzie regulacji kaskadowej	119
7.5.3.3	Ciągły i cyfrowy układ regulacji kaskadowej położenia	119

8 Układy komunikacyjne **121**

8.1	Komunikacja informacyjna	121
8.1.1	Zadania i rodzaje sieci komunikacyjnych	121
8.1.2	Rozległe sieci komunikacyjne	122
8.1.3	Sieci lokalne	125
8.2	Lokalne układy komunikacyjne urządzeń i systemów mechatronicznych	127
8.2.1	Budowa sieci lokalnej	132
8.2.2	Struktury sieci lokalnych	134
8.2.3	Rodzaje sieci komunikacyjnych	137
8.2.4	Rodzaje transmisji informacji	139
8.3	Dostęp do sieci	141
8.3.1	Procedury dostępu typu Master/Slave	142
8.3.2	Procedury dostępu typu token	143
8.3.3.	Procedury dostępu typu CSMA/CD i CSMA/CA	144
8.4	Sieć komunikacyjna AS-i	146
8.4.1	Zasada działania	146
8.4.2	Budowa magistrali	149
8.4.3	Uruchomienie sieci AS-i	150
8.4.4	Przykład zastosowania sieci AS-i w systemie mechatronicznym	152
8.4.5	Specyfikacja 2.11 sieci AS-i	154
8.5	Sieć komunikacyjna InterBus	158
8.6	Sieć komunikacyjna PROFIBUS	162
8.6.1	Sieć komunikacyjna PROFIBUS DP	163
8.6.2	Sieć komunikacyjna PROFIBUS PA	164
8.7	Bezpieczeństwo transmisji informacji w systemach komunikacyjnych	169

9 Projektowanie, montaż, uruchomienie i eksploatacja urządzeń i systemów mechatronicznych **172**

9.1	Zasady projektowania urządzeń i systemów mechatronicznych	172
9.2	Przykłady projektowania urządzeń i systemów mechatronicznych	175
9.2.1	Elektrohydrauliczna prasa laboratoryjna	175
9.2.1.1	Podsystem mechaniczny	177
9.2.1.2	Podsystem elektrohydrauliczny	177
9.2.1.3	Podsystem elektropneumatyczny	180
9.2.1.4	Podsystem elektryczny	180
9.2.1.5	Podsystem elektroniczny	188
9.2.2	Miniaturowy robot mobilny	191
9.2.2.1	Podsystem mechaniczny	192
9.2.2.2	Podsystem elektryczny	194
9.2.2.3	Podsystem sensoryczny	195
9.2.2.4	Podsystem elektroniczny	196
9.2.2.5	Podsystem informatyczny	198
9.2.3	Elektropneumatyczny ustawnik pozycyjny	199
9.2.3.1	Podsystem mechaniczny	202
9.2.3.2	Podsystem elektroniczny i informatyczny	204
9.2.3.3	Badania funkcjonalne i testy przemysłowe	206

9.3	Montaż urządzeń i systemów mechatronicznych	208
9.3.1	Specyfika montażu urządzeń i systemów mechatronicznych	209
9.3.2	Planowanie i przygotowanie procesów montażu	212
9.3.3	Organizacja procesów montażu	214
9.3.4	Przykłady procesów montażu urządzeń i systemów mechatronicznych	217
9.3.4.1	Montaż bloku zaworów elektropneumatycznych na znormalizowanej szynie nośnej	218
9.3.4.2	Montaż manipulatora portalowego do realizacji zadań obsługowych maszyny odlewniczej	220
9.4	Uruchomienie urządzeń i systemów mechatronicznych	223
9.4.1	Specyfika procesu uruchomienia urządzeń i systemów mechatronicznych	224
9.4.2	Zasady prowadzenia procedur uruchomieniowych	225
9.4.2.1	Uruchamianie urządzeń pneumatycznych i elektropneumatycznych	227
9.4.2.2	Uruchamianie urządzeń hydraulicznych i elektrohydraulicznych	228
9.4.2.3	Uruchamianie maszyn elektrycznych	229
9.4.2.4	Uruchamianie sterowników programowalnych	229
9.4.3	Identyfikacja usterek i wad w uruchamianych urządzeniach i systemach mechatronicznych	229
9.5	Eksploatacja urządzeń i systemów mechatronicznych	232
9.5.1	Przebieg eksploatacji	232
9.5.2	Strategie eksploatacji	234
9.5.3	Utrzymanie urządzeń i systemów mechatronicznych w stanie bezawaryjnym	234
9.5.3.1	Działania obsługowe	234
9.5.3.2	Działania przeglądowe	236
9.5.3.3	Działania diagnostyczne	237
9.5.3.4	Działania naprawcze i regeneracyjne	241
	Skorowidz	242
	Słownik polsko-angielsko-niemiecki wybranych terminów mechatroniki	247
	Wykaz firm i instytucji	273