

# SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń .....	10
1. Wstęp .....	11
2. Rola badań eksperymentalnych w mechanice i budowie maszyn .....	13
2.1. Zasady przygotowania i prowadzenia eksperymentu .....	13
3. Metody pomiaru podstawowych wielkości mechanicznych .....	24
3.1. Pomiar wielkości geometrycznych .....	24
3.1.1. Przetwornik rezystancyjny .....	25
3.1.2. Przetwornik indukcyjny .....	25
3.1.3. Przetwornik pojemnościowy .....	27
3.1.4. Enkoder magnetyczny .....	27
3.1.5. Enkoder optyczny .....	28
3.1.6. Optyczny pomiar wymiarów metodą cienia .....	29
3.2. Pomiar punktowy odkształceń .....	30
3.2.1. Ekstensometry mechaniczne .....	34
3.2.2. Ekstensometry mechaniczno-optyczne .....	35
3.2.3. Ekstensometry tensometryczne .....	36
3.2.4. Tensometry elektrooporowe (rezystancyjne) .....	37
3.2.4.1. Budowa i podstawy działania tensometru elektrooporowego .....	37
3.2.4.2. Przetwarzanie sygnału tensometrycznego .....	40
3.2.4.3. Pomiar złożonego stanu odkształcenia za pomocą tensometrów .....	45
3.2.4.4. Podstawowe źródła błędów w pomiarach tensometrycznych .....	50
3.2.4.5. Kalibracja mostka tensometrycznego .....	67
3.2.5. Tensometry piezoelektryczne .....	69
3.2.6. Ekstensometry światłowodowe .....	73
3.2.6.1. Podstawowe informacje o światłowodach .....	73
3.2.6.2. Siatki Bragga .....	74
3.3. Pomiar połowy przemieszczeń i odkształceń .....	76
3.3.1. Metoda elastooptyczna .....	79
3.3.1.1. Podstawy elastooptyki .....	79
3.3.1.2. Polaryzacja światła .....	81
3.3.1.3. Podstawy działania polaryskopu .....	83
3.3.1.4. Praktyczne układy polaryskopów i ich użycie .....	86
3.3.1.5. Przykłady użycia metody elastooptycznej .....	90
3.3.1.6. Określanie stałej elastooptycznej materiału .....	95

3.3.2.	Metoda mory geometrycznej .....	96
3.3.3.	Metody interferometryczne .....	99
3.3.3.1.	Optyka falowa .....	100
3.3.3.2.	Podstawy interferometrii holograficznej .....	102
3.3.3.3.	Interferometr Michelsona .....	103
3.3.3.4.	Interferometr siatkowy .....	105
3.3.3.5.	Elektroniczna interferometria plamkowa .....	110
3.3.4.	Określenie rzędu prążka .....	114
3.3.5.	Metoda cyfrowej korelacji obrazu .....	116
3.3.5.1.	Pomiary 2D .....	117
3.3.5.2.	Pomiary 3D .....	122
3.3.5.3.	Przykłady użycia metody DIC .....	123
3.4.	Metoda pomiaru zmiany rezystancji .....	126
3.4.1.	Podstawy metody .....	127
3.4.2.	Przykłady zastosowania .....	128
3.5.	Pomiar sił i momentów .....	132
3.5.1.	Pomiar siły .....	133
3.5.2.	Pomiar momentu zginającego .....	134
3.5.3.	Pomiar momentu skręcającego .....	135
4.	Techniki cyfrowe w pomiarach .....	136
4.1.	Pomiar analogowy i cyfrowy .....	137
4.2.	Podstawowe kody zapisu cyfrowego .....	140
4.2.1.	Kod 1 z n .....	141
4.2.2.	Naturalny kod binarny .....	141
4.2.3.	Kod uzupełnień do dwóch .....	142
4.2.4.	Kod Graya .....	142
4.3.	Podstawy działania przetworników analogowo-cyfrowych .....	143
4.3.1.	Podstawowe parametry przetworników analogowo-cyfrowych .....	143
4.3.2.	Błędy przetwarzania sygnału .....	151
4.3.3.	Główne typy przetworników analogowo-cyfrowych .....	153
4.4.	Cyfrowa obróbka sygnału .....	156
4.4.1.	Typowe przebiegi sygnałów pomiarowych .....	157
4.4.2.	Ręczna obróbka sygnałów .....	158
4.4.3.	Cyfrowe filtry sygnału .....	163
4.4.3.1.	Szereg Fouriera .....	163
4.4.3.2.	Transformata Fouriera .....	165
4.4.3.3.	Cyfrowe filtry sygnału – typy filtrów .....	167
4.4.3.4.	Rodzaje filtrów .....	170
5.	Karty pomiarowe .....	173
5.1.	Podstawowe interfejsy kart pomiarowych .....	173
5.2.	Główne parametry uniwersalnych kart pomiarowych ( <i>Multifunction card</i> ) .....	177
5.2.1.	Wejścia analogowe ( <i>Analog Input, AI</i> ) .....	177
5.2.2.	Wyzwalanie analogowe ( <i>Analog Trigger</i> ) .....	185
5.2.3.	Wyjścia analogowe ( <i>Analog Output, AO</i> ) .....	187
5.2.4.	Wejścia/wyjścia cyfrowe ( <i>Digital Input/Output, Digital I/O, DIO</i> ) .....	189
5.2.5.	Licznik lub zegar cyfrowy ( <i>Counter/Timer</i> ) .....	189
5.2.6.	Wyzwalanie cyfrowe ( <i>Digital Trigger</i> ) .....	190
5.2.7.	Wyjście napięciowe (+5 V <i>Power Source</i> ) .....	190
5.2.8.	Podłączenia zewnętrzne ( <i>Pinout</i> ) .....	190

5.3. Karty specjalizowane.....	191
5.3.1. Uniwersalne karty wejść analogowych ( <i>Universal Analog Input</i> ).....	191
5.3.2. Karty tensometryczne ( <i>Strain Gauge Input, Bridge Input</i> ).....	192
5.3.3. Uniwersalne karty wejść/wyjść cyfrowych ( <i>Digital I/O</i> ).....	192
6. Podsumowanie.....	193
Bibliografia .....	195