

SPIS TREŚCI

OD AUTORA.....	7
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ.....	9
1. ZNACZENIE METROLOGII.....	11
2. PROBLEMY DOKŁADNOŚCI POMIARÓW.....	13
2.1. Wprowadzenie.....	13
2.2. Pojęcia podstawowe.....	13
2.3. Klasyfikacja błędów pomiarów.....	16
2.3.1. Błędy wywołane warunkami fizycznymi.....	17
2.3.2. Błędy systematyczne.....	19
2.3.3. Błędy przypadkowe.....	20
2.3.4. Błędy nadmierne.....	20
2.3.5. Problemy podziału błędów pomiarowych.....	20
2.4. Problemy określania parametrów statystycznych błędów przypadkowych.....	21
2.4.1. Rozkłady prawdopodobieństwa zmiennej losowej.....	24
2.4.2. Postępowanie przy ocenie błędów systematycznych.....	27
2.5. Określanie wyników pomiarów niejednakowo dokładnych.....	35
2.6. Obliczanie błędów pomiaru pośredniego.....	36
2.6.1. Metoda przyrostów.....	36
2.6.2. Metoda różniczki zupełnej.....	38
2.6.3. Prawo sumowania się błędów w metodzie pośredniej.....	40
2.7. Klasa dokładności	41
2.8. Błędy przypadkowe wynikające z zastosowania do pomiarów przyrządów analogowych.....	42
2.9. Wzorce jednostek elektrycznych.....	43
2.9.1. Wzorce prądu.....	44
2.9.2. Wzorce napięcia.....	45
2.9.3. Wzorce rezystancji.....	48
2.9.4. Wzorce pojemności.....	50
2.9.5. Wzorce indukcyjności.....	51
2.9.6. Wzorce częstotliwości.....	51

2.10. Zagadnienia związane z oszacowaniem dokładności pomiarów.....	52
3. NARZĘDZIA POMIAROWE.....	53
3.1. Wprowadzenie.....	53
3.2. Przetworniki elektromechaniczne.....	54
3.2.1. Opis właściwości dynamicznych przyrządów i przetworników pomiarowych o konstrukcjach elektromechanicznych.....	54
3.2.2. Analiza właściwości dynamicznych elektromechanicznego przetwornika pomiarowego.....	57
4. Przyrządy pomiarowe podstawowych wielkości elektrycznych.....	63
4.1. Wprowadzenie.....	63
4.2. Podstawowe elementy elektromechanicznych przyrządów pomiarowych.....	63
4.2.1. Elementy wytwarzające moment napędowy.....	64
4.2.2. Elementy wytwarzające moment zwrotny.....	65
4.2.3. Elementy powodujące tłumienie drgań.....	66
4.2.4. Zawieszenie organu ruchomego.....	68
4.3. Przyrządy z urządzeniami magnetoelektrycznymi.....	69
4.3.1. Opis konstrukcji.....	69
4.3.2. Zastosowanie urządzenia magnetoelektrycznego jako amperomierza bezpośredniego.....	73
4.3.3. Zastosowanie urządzenia magnetoelektrycznego jako woltomierza bezpośredniego.....	74
4.3.4. Galwanometry.....	75
4.3.5. Omomierze.....	78
4.4. Przyrządy z urządzeniami elektromagnetycznymi.....	82
4.4.1. Opis konstrukcji.....	82
4.4.2. Zastosowania przyrządów z urządzeniami elektromagnetycznymi.....	84
4.5. Przyrządy z urządzeniami elektrodynamicznymi i ferrodynamicznymi.....	84
4.5.1. Opis konstrukcji.....	84
4.5.2. Zastosowanie przyrządów z urządzeniami elektrodynamicznymi i ferrodynamicznymi.....	86
4.6. Przyrządy z urządzeniami indukcyjnymi.....	87
4.6.1. Opis konstrukcji.....	87
4.6.2. Wykorzystanie urządzenia indukcyjnego wielostrumieniowego do budowy liczników energii elektrycznej.....	90
4.6.3. Zastosowanie przyrządów z urządzeniami indukcyjnymi.....	91
4.7. Podstawowe parametry przyrządów pomiarowych.....	92
4.8. Oznaczenia przyrządów pomiarowych.....	92

5. PRZYRZĄDY POMIAROWE DLA OKREŚLANIA PRZEBIEGÓW CZASOWYCH.....	95
5.1. Wprowadzenie.....	95
5.2. Budowa oscyloskopu.....	96
5.2.1. Lampa oscyloskopowa.....	96
5.2.2. Zarys budowy oscyloskopu.....	97
5.3. Analizatory harmoniczych.....	100
6. POMOCNICZE PRZETWORNIKI POMIAROWE.....	105
6.1. Wprowadzenie.....	105
6.2. Boczniki.....	105
6.3. Oporniki dodatkowe.....	107
6.4. Przekładniki prądowe.....	107
6.5. Przekładniki napięciowe.....	115
6.6. Przekładniki prądu stałego.....	120
7. TECHNIKA POMIARÓW.....	121
7.1. Wprowadzenie.....	121
7.2. Pomiary natężenia prądu.....	121
7.3. Pomiary napięć.....	123
7.4. Pomiary rezystancji.....	124
7.4.1. Zarys sposobów pomiaru.....	124
7.4.2. Metoda techniczna pomiaru rezystancji.....	125
7.5. Pomiary mocy.....	128
7.5.1. Pomiary mocy przy prądzie stałym.....	129
7.5.2. Pomiary mocy w układach 1-fazowych prądu przemiennego.....	131
7.5.3. Pomiary mocy w układach 3-fazowych prądu przemiennego.....	131
7.5.4. Pomiary mocy biernej.....	141
7.5.5. Pomiary mocy w układach wysokiego napięcia.....	143
7.6. Pomiary energii elektrycznej.....	147
7.6.1. Pomiary energii przy prądzie stałym.....	147
7.6.2. Pomiary energii elektrycznej prądu przemiennego.....	147
7.7. Pomiary pojemności, indukcyjności i indukcyjności wzajemnej.....	151
7.8. Pomiary częstotliwości.....	154
7.9. Pomiary przesunięcia fazowego.....	155
7.10. Pomiary wybranych wielkości magnetycznych.....	156
7.10.1. Pomiary indukcji magnetycznej.....	157
7.10.2. Pomiary właściwości materiałów ferromagnetycznych.....	159
8. REJESTRACJA POMIARÓW.....	163
8.1. Wprowadzenie.....	163
8.2. Rejestratory elektromechaniczne.....	164

8.2.1. Rejestratory o przetwarzaniu bezpośrednim.....	164
8.2.2. Rejestratory o przetwarzaniu pośrednim.....	165
8.3. Oscylografy pętlicowe.....	167
9. Zbieranie i opracowywanie wyników pomiarów.....	169
9.1. Wprowadzenie.....	169
9.2. Zbieranie danych pomiarowych.....	169
9.3. Opracowywanie wyników pomiarów.....	169
10. Problemy bezpieczeństwa pracy przy wykonywaniu pomiarów.....	170
10.1. Wprowadzenie.....	171
10.2. Problemy ochrony przeciwporażeniowej.....	171
10.3. Zagrożenie ze strony pól elektromagnetycznych.....	173
10.4. Przebieg pomiarów.....	175
LITERATURA.....	177