

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Pojęcia podstawowe</b>  | <b>13</b> |
| 1.1.      | Obiekt fizyczny, wielkość fizyczna (mierzalna)   | 13        |
| 1.2.      | Proces pomiarowy   | 14        |
| 1.3.      | Jednostka miary, układy wielkości i układy jednostek miar                                      | 15        |
| 1.4.      | Urządzenia pomiarowe   | 17        |
| 1.4.1.    | Wprowadzenie   | 17        |
| 1.4.2.    | Wzorce   | 17        |
| 1.4.3.    | Przyrządy pomiarowe  | 18        |
| 1.4.4.    | Przetworniki pomiarowe   | 19        |
| 1.4.5.    | Układy pomiarowe   | 20        |
| 1.4.6.    | Systemy pomiarowe  | 20        |
| 1.5.      | Metody pomiarowe   | 20        |
| 1.5.1.    | Pojęcie metody pomiarowej i klasyfikacja metod   | 20        |
| 1.5.2.    | Metody analogowe i cyfrowe   | 20        |
| 1.5.3.    | Metody bezpośrednie, pośrednie i złożone   | 21        |
| 1.5.4.    | Metoda podstawowa  | 21        |
| 1.5.5.    | Metody porównawcze   | 22        |
| 1.6.      | Metody przetwarzania   | 24        |
| 1.6.1.    | Metoda przekształcenia   | 24        |
| 1.6.2.    | Metoda bezpośredniego porównania   | 24        |
| <b>2.</b> | <b>Określanie dokładności pomiarów</b>   | <b>25</b> |
| 2.1.      | Błąd i niepewność pomiaru  | 25        |
| 2.2.      | Klasyfikacja błędów pomiarów   | 27        |
| 2.3.      | Błędy systematyczne  | 28        |
| 2.4.      | Błędy przypadkowe  | 29        |
| 2.4.1.    | Błędy przypadkowe jako zmienna losowa i parametry jej rozkładu                                 | 29        |
| 2.4.2.    | Rozkłady prawdopodobieństwa zmiennej losowej   | 32        |
| 2.5.      | Obliczanie błędów granicznych przy pomiarach bezpośrednich i pośrednich                        | 40        |
| 2.6.      | Niepewność jako miara dokładności pomiarów   | 44        |
| 2.6.1.    | Typy niepewności pomiarów  | 44        |
| 2.6.2.    | Obliczanie niepewności standardowych i rozszerzonych przy pomiarach bezpośrednich i pośrednich | 45        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>3.</b> | <b>Elementy techniki eksperymentu</b>   | <b>52</b> |
| 3.1.      | Wprowadzenie  | 52        |
| 3.2.      | Modele badanego obiektu   | 52        |
| 3.3.      | Planowanie eksperymentu   | 54        |
| 3.4.      | Dobór urządzeń pomiarowych w procesie pomiarowym  | 57        |
| 3.5.      | Zasady przeprowadzania pomiarów bezpośrednich i pośrednich  | 58        |
| 3.6.      | Opracowanie wyników pomiarów  | 58        |
| 3.7.      | Wyznaczanie charakterystyk na podstawie wyników pomiarów  | 61        |
| <b>4.</b> | <b>Ogólne wiadomości o urządzeniach pomiarowych</b>   | <b>66</b> |
| 4.1.      | Zasady podziału, schematy funkcjonalne i strukturalne urządzeń pomiarowych                                      | 66        |
| 4.2.      | Podział przyrządów i przetworników pomiarowych według spełnianych funkcji                                       | 67        |
| 4.3.      | Podział przyrządów i przetworników pomiarowych ze względu na charakter wyjściowej informacji pomiarowej         | 68        |
| 4.4.      | Struktury przyrządów i przetworników pomiarowych  | 70        |
| 4.5.      | Właściwości statyczne przyrządów i przetworników pomiarowych  | 71        |
| 4.5.1.    | Charakterystyki i parametry opisujące właściwości statyczne analogowych przyrządów i przetworników pomiarowych  | 71        |
| 4.5.2.    | Parametry statyczne cyfrowych przyrządów pomiarowych i przetworników analogowo-cyfrowych                        | 76        |
| 4.6.      | Właściwości dynamiczne przyrządów i przetworników pomiarowych   | 79        |
| 4.6.1.    | Charakterystyki i parametry opisujące właściwości dynamiczne analogowych przyrządów i przetworników pomiarowych | 79        |
| 4.6.2.    | Parametry dynamiczne cyfrowych przyrządów pomiarowych i przetworników analogowo-cyfrowych                       | 88        |
| <b>5.</b> | <b>Wzorce jednostek elektrycznych i źródła sygnałów wzorcowych</b>  | <b>91</b> |
| 5.1.      | Hierarchia wzorców  | 91        |
| 5.2.      | Wzorcowe źródła prądu stałego   | 92        |
| 5.2.1.    | Waga prądowa  | 92        |
| 5.2.2.    | Kalibratory prądu   | 93        |
| 5.3.      | Źródła wzorcowych napięć stałych  | 94        |
| 5.3.1.    | Ogniwa Westona  | 94        |
| 5.3.2.    | Źródła oparte na zjawisku Josephsona  | 96        |
| 5.3.3.    | Źródła z diodami Zenera   | 97        |
| 5.3.4.    | Kalibratory napięcia  | 100       |
| 5.4.      | Wzorce rezystancji  | 101       |
| 5.4.1.    | Wzorzec odniesienia   | 101       |
| 5.4.2.    | Oporniki wzorcowe   | 101       |
| 5.4.3.    | Oporniki dekadowe   | 104       |
| 5.5.      | Wzorce pojemności   | 105       |
| 5.6.      | Wzorce indukcyjności  | 109       |
| 5.6.1.    | Wzorce indukcyjności własnej  | 109       |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 5.6.2.    | Wzorce indukcyjności wzajemnej .....                               | 110        |
| 5.7.      | Źródła częstotliwości wzorcowych .....                             | 110        |
| 5.7.1.    | Podział wzorców .....  | 110        |
| 5.7.2.    | Cezowy wzorzec częstotliwości .....                                | 111        |
| 5.7.3.    | Generatory pomiarowe .....   | 114        |
| 5.7.3.1.  | Podział i wymagania .....  | 114        |
| 5.7.3.2.  | Generatory małej częstotliwości .....                              | 115        |
| 5.7.3.3.  | Generatory wielkiej częstotliwości .....                           | 117        |
| 5.7.3.4.  | Generatory cyfrowe .....   | 118        |
| <b>6.</b> | <b>Przetworniki pomiarowe wielkości elektrycznych .....</b>        | <b>122</b> |
| 6.1.      | Wprowadzenie .....   | 122        |
| 6.2.      | Przetworniki elektromechaniczne .....                              | 123        |
| 6.2.1.    | Wprowadzenie .....   | 123        |
| 6.2.2.    | Przetworniki magnetoelektryczne .....                              | 123        |
| 6.2.3.    | Przetworniki elektromagnetyczne .....                              | 126        |
| 6.2.4.    | Przetworniki elektrodynamiczne i ferrodynamiczne .....             | 127        |
| 6.2.5.    | Przetworniki elektrostatyczne .....                                | 129        |
| 6.2.6.    | Przetworniki indukcyjne .....                                      | 131        |
| 6.3.      | Przetworniki sygnałów elektrycznych .....                          | 135        |
| 6.3.1.    | Wprowadzenie .....   | 135        |
| 6.3.2.    | Boczniki .....   | 135        |
| 6.3.3.    | Oporniki dodatkowe (posobniki) .....                               | 137        |
| 6.3.4.    | Dzielniki napięć .....   | 138        |
| 6.3.4.1.  | Wprowadzenie .....   | 138        |
| 6.3.4.2.  | Dzielniki rezystancyjne .....                                      | 138        |
| 6.3.4.3.  | Dzielniki pojemnościowe .....                                      | 139        |
| 6.3.4.4.  | Dzielniki indukcyjnościowe .....                                   | 140        |
| 6.3.5.    | Tłumiki .....  | 141        |
| 6.3.6.    | Przekładniki prądu przemiennego .....                              | 143        |
| 6.3.6.1.  | Wprowadzenie .....   | 143        |
| 6.3.6.2.  | Przekładniki prądowe .....   | 144        |
| 6.3.6.3.  | Przekładniki napięciowe .....                                      | 151        |
| 6.3.7.    | Przekładniki prądu stałego .....                                   | 161        |
| 6.3.8.    | Wzmacniacze pomiarowe .....  | 162        |
| 6.3.8.1.  | Ogólne właściwości wzmacniaczy pomiarowych .....                   | 162        |
| 6.3.8.2.  | Rola ujemnego sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczu pomiarowym ..... | 163        |
| 6.3.8.3.  | Wzmacniacze pomiarowe prądu przemiennego .....                     | 166        |
| 6.3.8.4.  | Wzmacniacze pomiarowe prądu stałego .....                          | 168        |
| 6.3.8.5.  | Wzmacniacze izolujące .....  | 171        |
| 6.3.8.6.  | Przetworniki I/U i U/I .....                                       | 171        |
| 6.3.8.7.  | Przetworniki standaryzujące .....                                  | 173        |
| 6.3.8.8.  | Przetworniki całkujące i różniczkujące .....                       | 173        |
| 6.3.8.9.  | Przetworniki Q/U .....   | 175        |
| 6.3.9.    | Przetworniki prostownikowe .....                                   | 176        |
| 6.3.9.1.  | Wiadomości wstępne .....   | 176        |
| 6.3.9.2.  | Prostowniki wartości średniej .....                                | 177        |
| 6.3.9.3.  | Fazoczułe prostowniki wartości średniej .....                      | 179        |
| 6.3.9.4.  | Prostowniki wartości skutecznej .....                              | 182        |
| 6.3.9.5.  | Prostowniki wartości szczytowej .....                              | 184        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 6.3.10.   | Analogowe przetworniki mnożące .....  | 187        |
| 6.3.11.   | Przetworniki prawdziwej wartości skutecznej (TRMS) .....                                  | 192        |
| 6.3.12.   | Przetworniki próbkująco-pamiętające .....   | 195        |
| 6.3.13.   | Przetworniki cyfrowo-cyfrowe (C/C) .....  | 196        |
| 6.3.13.1. | Wprowadzenie .....  | 196        |
| 6.3.13.2. | Bramki logiczne i przerzutniki bistabilne .....   | 199        |
| 6.3.13.3. | Zegar taktujący .....   | 203        |
| 6.3.13.4. | Rejestry .....  | 204        |
| 6.3.13.5. | Liczniki .....  | 205        |
| 6.3.13.6. | Systemy mikroprocesorowe .....  | 210        |
| 6.3.14.   | Przetworniki cyfrowo-analogowe (C/A) .....  | 213        |
| 6.3.14.1. | Wprowadzenie .....  | 213        |
| 6.3.14.2. | Struktury i właściwości przetworników C/A .....   | 214        |
| 6.3.15.   | Przetworniki analogowo-cyfrowe (A/C) .....  | 219        |
| 6.3.15.1. | Wprowadzenie .....  | 219        |
| 6.3.15.2. | Bloki pomocnicze przetworników analogowo-cyfrowych .....                                  | 228        |
| 6.3.15.3. | Przetworniki A/C bezpośrednie .....   | 231        |
| 6.3.15.4. | Przetworniki A/C pośrednie .....  | 236        |
| 6.3.16.   | Przetworniki mocy .....   | 247        |
| 6.3.16.1. | Wprowadzenie .....  | 247        |
| 6.3.16.2. | Przetworniki mocy z układami mnożącymi analogowymi .....                                  | 249        |
| 6.3.16.3. | Przetworniki mocy z układami mnożącymi cyfrowymi .....                                    | 254        |
| 6.3.17.   | Przetworniki wielkości magnetycznych .....  | 255        |
| 6.3.17.1. | Wprowadzenie .....  | 255        |
| 6.3.17.2. | Przetworniki magnetoindukcyjne .....  | 255        |
| 6.3.17.3. | Przetworniki transduktorowe .....   | 257        |
| 6.3.17.4. | Przetworniki hallotronowe .....   | 259        |
| 6.3.17.5. | Przetworniki gaussotronowe .....  | 262        |
| 6.3.17.6. | Układ przetwarzający natężenie pola magnetycznego metodą rezonansu<br>magnetycznego ..... | 262        |
| 6.3.17.7. | Przetworniki SQUID .....  | 264        |
| <b>7.</b> | <b>Wybrane czujniki i przetworniki wielkości<br/>nieelektrycznych .....</b>               | <b>266</b> |
| 7.1.      | Wprowadzenie .....  | 266        |
| 7.2.      | Klasyfikacja przetworników pomiarowych wielkości nieelektrycznych .....                   | 266        |
| 7.3.      | Podstawowe właściwości inteligentnych przetworników<br>pomiarowych .....                  | 268        |
| 7.4.      | Przetworniki mechanoelektryczne .....   | 270        |
| 7.4.1.    | Wprowadzenie .....  | 270        |
| 7.4.2.    | Przetworniki potencjometryczne .....  | 272        |
| 7.4.3.    | Tensometry metalowe .....   | 273        |
| 7.4.4.    | Piezorezystory .....  | 276        |
| 7.4.5.    | Przetworniki tensometryczne sił, momentów, ciśnienia i parametrów<br>ruchu .....          | 278        |
| 7.4.6.    | Przetworniki pojemnościowe .....  | 291        |
| 7.4.7.    | Przetworniki piezoelektryczne .....   | 296        |
| 7.4.7.1.  | Wprowadzenie .....  | 296        |
| 7.4.7.2.  | Przetworniki piezoelektryczne ceramiczne .....  | 297        |
| 7.4.7.3.  | Przetworniki piezoelektryczne foliowe .....   | 304        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 7.5.      | Przetworniki termoelektryczne .....   | 305        |
| 7.5.1.    | Wprowadzenie .....  | 305        |
| 7.5.2.    | Przetworniki termoelektryczne stykowe .....   | 306        |
| 7.5.2.1.  | Wprowadzenie .....  | 306        |
| 7.5.2.2.  | Termorezystory .....  | 306        |
| 7.5.2.3.  | Termoogniwa .....   | 312        |
| 7.5.2.4.  | Właściwości dynamiczne przetworników termoelektrycznych .....   | 315        |
| 7.5.3.    | Pirometry .....   | 317        |
| 7.6.      | Przetworniki optoelektroniczne .....  | 323        |
| 7.6.1.    | Wprowadzenie .....  | 323        |
| 7.6.2.    | Fotorezystory .....   | 323        |
| 7.6.3.    | Fotodiody i fotoogniwa .....  | 324        |
| 7.6.4.    | Fototranzystory .....   | 328        |
| 7.6.5.    | Fotosensory zintegrowane .....  | 329        |
| 7.6.6.    | Właściwości dynamiczne fotosensorów .....   | 330        |
| 7.6.7.    | Przetworniki światłowodowe .....  | 331        |
| 7.7.      | Przetworniki chemoelektryczne .....   | 334        |
| 7.7.1.    | Wprowadzenie .....  | 334        |
| 7.7.2.    | Przetworniki konduktometryczne .....  | 336        |
| 7.7.3.    | Elektrody stężeniowe .....  | 340        |
| <b>8.</b> | <b>Mierniki .....</b>   | <b>351</b> |
| 8.1.      | Wprowadzenie .....  | 351        |
| 8.2.      | Bloki pomocnicze mierników .....  | 352        |
| 8.2.1.    | Wprowadzenie .....  | 352        |
| 8.2.2.    | Urządzenia odczytowe mierników analogowych .....  | 352        |
| 8.2.3.    | Komutatory elektroniczne .....  | 353        |
| 8.2.4.    | Dekodery i wskaźniki cyfrowe w mierniku cyfrowym .....  | 354        |
| 8.2.5.    | Oznaczenia i symbole na miernikach .....  | 357        |
| 8.3.      | Woltomierze .....   | 358        |
| 8.3.1.    | Wprowadzenie .....  | 358        |
| 8.3.2.    | Woltomierze napięć stałych .....  | 359        |
| 8.3.2.1.  | Wprowadzenie .....  | 359        |
| 8.3.2.2.  | Woltomierze analogowe napięć stałych .....  | 359        |
| 8.3.2.3.  | Woltomierze cyfrowe napięć stałych .....  | 362        |
| 8.3.3.    | Woltomierze napięć zmiennych .....  | 367        |
| 8.3.3.1.  | Wprowadzenie .....  | 367        |
| 8.3.3.2.  | Woltomierze analogowe napięć zmiennych .....  | 367        |
| 8.3.3.3.  | Woltomierze cyfrowe napięć zmiennych .....  | 372        |
| 8.3.4.    | Mikroprocesorowe woltomierze cyfrowe .....  | 373        |
| 8.4.      | Amperomierze .....  | 374        |
| 8.4.1.    | Wprowadzenie .....  | 374        |
| 8.4.2.    | Amperomierze prądu stałego .....  | 374        |
| 8.4.3.    | Amperomierze prądu zmiennego .....  | 380        |
| 8.5.      | Mierniki rezystancji, pojemności i indukcyjności .....  | 381        |
| 8.5.1.    | Wprowadzenie .....  | 381        |
| 8.5.2.    | Omierz z przetwarzaniem rezystancji na napięcie .....   | 381        |
| 8.5.3.    | Mierniki cyfrowe z przetwarzaniem rezystancji, pojemności i indukcyjności<br>na przedział czasu ..... | 382        |
| 8.6.      | Mierniki mocy .....   | 384        |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 8.7.       | Częstościomierze i czasomierze cyfrowe .....  | 386        |
| 8.7.1.     | Częstościomierz .....   | 386        |
| 8.7.2.     | Czasomierz .....  | 389        |
| 8.7.3.     | Mikroprocesorowe częstościomierze-czasomierze .....   | 391        |
| 8.8.       | Fazomierze cyfrowe .....  | 393        |
| 8.9.       | Multimetry .....  | 397        |
| 8.9.1.     | Wprowadzenie .....  | 397        |
| 8.9.2.     | Multimetry analogowe .....  | 397        |
| 8.9.3.     | Multimetry cyfrowe .....  | 398        |
| <b>9.</b>  | <b>Liczniki energii elektrycznej .....</b>  | <b>400</b> |
| 9.1.       | Wprowadzenie .....  | 400        |
| 9.2.       | Liczniki energii elektrycznej prądu przemiennego .....  | 400        |
| 9.2.1.     | Wprowadzenie .....  | 400        |
| 9.2.2.     | Elektromechaniczne liczniki energii elektrycznej prądu przemiennego .....                             | 401        |
| 9.2.2.1.   | Wprowadzenie .....  | 401        |
| 9.2.2.2.   | Liczniki indukcyjne jednofazowe .....   | 402        |
| 9.2.2.3.   | Liczniki indukcyjne trójfazowe i specjalne .....  | 402        |
| 9.2.3.     | Elektroniczne liczniki energii elektrycznej prądu przemiennego .....                                  | 406        |
| 9.2.4.     | Wymagania stawiane licznikom energii elektrycznej prądu przemiennego .....                            | 410        |
| 9.3.       | Liczniki prądu stałego .....  | 411        |
| 9.3.1.     | Liczniki energii elektrycznej prądu stałego .....   | 411        |
| 9.3.2.     | Liczniki magnetoelektryczne ładunku elektrycznego (liczniki amperogodzin) .....                       | 411        |
| 9.3.3.     | Liczniki elektrochemiczne ładunku elektrycznego .....   | 412        |
| 9.3.4.     | Liczniki elektroniczne ładunku elektrycznego .....  | 412        |
| <b>10.</b> | <b>Przyrządy do rejestracji, obrazowania i analizy<br/>sygnałów .....</b>                             | <b>414</b> |
| 10.1.      | Wprowadzenie .....  | 414        |
| 10.2.      | Rejestratory .....  | 414        |
| 10.3.      | Oscyloskopy .....   | 416        |
| 10.3.1.    | Wprowadzenie .....  | 416        |
| 10.3.2.    | Oscyloskopy analogowe .....   | 416        |
| 10.3.2.1.  | Zasada działania oscyloskopu analogowego .....  | 416        |
| 10.3.2.2.  | Rodzaje i parametry lamp oscyloskopowych .....  | 418        |
| 10.3.2.3.  | Rodzaje rozciągów i układów podstawy czasu .....  | 420        |
| 10.3.2.4.  | Układy wejściowe i wzmacniacze w kanałach oscyloskopu .....   | 427        |
| 10.3.2.5.  | Kalibratory napięcia i czasu .....  | 429        |
| 10.3.2.6.  | Oscyloskopy wielokanałowe .....   | 429        |
| 10.3.3.    | Oscyloskopy cyfrowe .....   | 431        |
| 10.3.3.1.  | Wprowadzenie .....  | 431        |
| 10.3.3.2.  | Próbkowanie i akwizycja oraz technika odtwarzania przebiegu sygnałów<br>w oscyloskopie cyfrowym ..... | 432        |
| 10.3.3.3.  | Wyzwalanie rozciągu liniowego w oscyloskopie cyfrowym .....   | 434        |
| 10.3.3.4.  | Wierność odtwarzania przebiegów sygnałów w oscyloskopie cyfrowym .....                                | 435        |
| 10.3.3.5.  | Rodzaje pracy oscyloskopu cyfrowego .....   | 436        |
| 10.4.      | Przyrządy do analizy sygnałów .....   | 437        |
| 10.4.1.    | Wprowadzenie .....  | 437        |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 10.4.2.    | Mierniki zniekształceń nieliniowych .....   | 444        |
| 10.4.3.    | Analogowe analizatory widma .....   | 446        |
| 10.4.4.    | Cyfrowe analizatory widma .....   | 447        |
| 10.4.4.1.  | Struktura i zasada działania analizatora — algorytm szybkiej transformaty<br>Fouriera ..... | 447        |
| 10.4.4.2.  | Zniekształcenia widma i rola okien czasowych .....  | 450        |
| <b>11.</b> | <b>Wybrane układy pomiarowe .....</b>   | <b>454</b> |
| 11.1.      | Wprowadzenie .....  | 454        |
| 11.2.      | Kompensatory .....  | 454        |
| 11.2.1.    | Kompensatory napięć i prądów stałych .....  | 454        |
| 11.2.2.    | Kompensatory napięć przemiennych .....  | 462        |
| 11.3.      | Mostki pomiarowe .....  | 462        |
| 11.3.1.    | Wprowadzenie .....  | 462        |
| 11.3.2.    | Mostki prądu stałego .....  | 463        |
| 11.3.2.1.  | Mostki prądu stałego zrównoważone .....   | 463        |
| 11.3.2.2.  | Mostki prądu stałego niezrównoważone .....  | 472        |
| 11.3.3.    | Mostki prądu przemiennego .....   | 474        |
| 11.3.3.1.  | Wiadomości wstępne .....  | 474        |
| 11.3.3.2.  | Mostki czteroramienne .....   | 476        |
| 11.3.3.3.  | Mostki transformatorowe .....   | 482        |
| 11.3.3.4.  | Automatyczne mostki cyfrowe RLC .....   | 484        |
| <b>12.</b> | <b>Systemy pomiarowe .....</b>  | <b>488</b> |
| 12.1.      | Wprowadzenie .....  | 488        |
| 12.2.      | Systemy z kartami pomiarowymi .....   | 489        |
| 12.3.      | Systemy magistralowo-interfejsowe .....   | 492        |
| 12.3.1.    | Wprowadzenie .....  | 492        |
| 12.3.2.    | Systemy z magistralą GPIB (IEC-625) .....   | 492        |
| 12.3.3.    | Systemy modułowe VXI .....  | 493        |
| 12.3.4.    | Interfejsy szeregowo .....  | 495        |
| 12.3.5.    | Systemy przemysłowe .....   | 496        |
| 12.3.6.    | Systemy z przetwornikami inteligentnymi .....   | 496        |
| 12.3.7.    | Wirtualne przyrządy pomiarowe .....   | 496        |
| 12.3.8.    | Magistrale komputerowe w systemach pomiarowych .....  | 497        |
| 12.3.9.    | Interfejsy bezprzewodowe .....  | 497        |
| 12.4.      | Oprogramowanie systemów pomiarowych .....   | 502        |
| 12.5.      | Zasady kompletacji systemu pomiarowego .....  | 510        |
| <b>13.</b> | <b>Pomiary wielkości elektrycznych .....</b>  | <b>511</b> |
| 13.1.      | Wprowadzenie .....  | 511        |
| 13.2.      | Pomiary napięcia i prądu .....  | 511        |
| 13.3.      | Pomiary RLC .....   | 516        |
| 13.3.1.    | Pomiary rezystancji .....   | 516        |
| 13.3.2.    | Pomiary indukcyjności, pojemności i rezystancji strat .....                                 | 522        |
| 13.4.      | Pomiary częstotliwości .....  | 527        |
| 13.5.      | Pomiary mocy czynnej .....  | 529        |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 13.6.      | Pomiary mocy biernej .....  | 534        |
| 13.7.      | Pomiary przesunięcia fazowego .....   | 536        |
| <b>14.</b> | <b>Pomiary wielkości magnetycznych .....</b>  | <b>540</b> |
| 14.1.      | Pomiary pola magnetycznego .....  | 540        |
| 14.1.1.    | Wiadomości wstępne .....  | 540        |
| 14.1.2.    | Pomiary strumienia i indukcji magnetycznej z wykorzystaniem przetwornika<br>magnetoindukcyjnego ..... | 541        |
| 14.1.3.    | Pomiary indukcji za pomocą hallotronu .....   | 542        |
| 14.2.      | Pomiary właściwości materiałów magnetycznych .....  | 543        |
| 14.2.1.    | Wiadomości wstępne .....  | 543        |
| 14.2.2.    | Wyznaczanie krzywej magnesowania .....  | 546        |
| 14.2.3.    | Wyznaczanie krzywej magnesowania metodą różnicową .....   | 549        |
| 14.2.4.    | Pomiary dynamicznej charakterystyki magnesowania i stratności<br>magnetycznej .....                   | 551        |
| <b>15.</b> | <b>Pomiary wielkości nieelektrycznych .....</b>   | <b>557</b> |
| 15.1.      | Wprowadzenie .....  | 557        |
| 15.2.      | Pomiary wymiarów geometrycznych .....   | 557        |
| 15.3.      | Pomiary sił i momentów .....  | 558        |
| 15.4.      | Pomiary ciśnienia .....   | 560        |
| 15.5.      | Pomiary parametrów ruchu .....  | 562        |
| 15.6.      | Pomiary temperatury .....   | 569        |
| 15.7.      | Pomiary stężenia roztworów .....  | 572        |
| <b>16.</b> | <b>Krajowa służba miar .....</b>  | <b>576</b> |
| 16.1.      | Zadania podstawowe .....  | 576        |
| 16.2.      | Organizacja .....   | 578        |
| 16.3.      | Normy .....   | 579        |
|            | Tablice rozkładu normalnego .....   | 581        |
|            | Tablica rozkładu Studenta .....   | 583        |
|            | Tablica rozkładu $\chi^2$ .....   | 584        |
|            | <b>Bibliografia .....</b>   | <b>585</b> |
|            | <b>Skorowidz .....</b>  | <b>589</b> |