

## Spis treści

### Słowo wstępne

#### 1. Ogólne wiadomości z miernictwa

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.1.   | Podstawowe pojęcia i definicje stosowane w metrologii . . . . . | 11 |
| 1.1.1. | Wielkości fizyczne i jednostki miar . . . . .                   | 11 |
| 1.1.2. | Błędy pomiarów . . . . .  | 12 |
| 1.1.3. | Rachunek błędów w praktyce . . . . .                            | 18 |
| 1.2.   | Metody pomiarowe . . . . .                                      | 22 |
| 1.2.1. | Klasyfikacja metod . . . . .                                    | 22 |
| 1.2.2. | Metody statystyczne . . . . .                                   | 24 |
| 1.3.   | Proces pomiarowy . . . . .                                      | 26 |
| 1.3.1. | Przygotowanie pomiaru . . . . .                                 | 26 |
| 1.3.2. | Przeprowadzenie pomiaru . . . . .                               | 28 |
| 1.4.   | Charakter sygnałów małej częstotliwości . . . . .               | 30 |
| 1.5.   | Miary poziomu mocy i napięcia . . . . .                         | 35 |

#### 2. Podstawowe przyrządy pomiarowe stosowane w elektroakustyce

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.1.   | Terminologia, właściwości metrologiczne i eksploatacyjne . . . . . | 38 |
| 2.1.1. | Terminologia narzędzi pomiarowych . . . . .                        | 38 |
| 2.1.2. | Właściwości metrologiczne . . . . .                                | 39 |
| 2.1.3. | Właściwości eksploatacyjne . . . . .                               | 41 |
| 2.2.   | Przyrządy do pomiaru napięcia . . . . .                            | 44 |
| 2.2.1. | Zasada działania i budowa . . . . .                                | 44 |
| 2.2.2. | Układy prostowania . . . . .                                       | 45 |
| 2.2.3. | Woltomierze ogólnego przeznaczenia . . . . .                       | 49 |
| 2.2.4. | Mierniki poziomu i psfometry . . . . .                             | 53 |
| 2.3.   | Źródła sygnałów pomiarowych . . . . .                              | 58 |
| 2.3.1. | Parametry techniczne generatorów . . . . .                         | 58 |
| 2.3.2. | Sposoby wytwarzania drgań okresowych . . . . .                     | 61 |
| 2.3.3. | Generatory dudnieniowe . . . . .                                   | 62 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.3.4. | Generatory impulsów . . . . .                                  | 65 |
| 2.3.5. | Generatory szumów . . . . .                                    | 68 |
| 2.3.6. | Inne przyrządy pomiarowe stosowane w elektroakustyce . . . . . | 70 |

### 3. Obiekty mierzone

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 3.1.   | Tor elektroakustyczny . . . . .                                       | 76  |
| 3.2.   | Wzmacniacze . . . . .   | 78  |
| 3.2.1. | Wzmacniacze napięciowe . . . . .                                      | 79  |
| 3.2.2. | Wzmacniacze o regularnej charakterystyce częstotliwościowej . . . . . | 84  |
| 3.2.3. | Wzmacniacze mocy . . . . .  | 91  |
| 3.3.   | Przetworniki elektroakustyczne . . . . .                              | 95  |
| 3.3.1. | Mikrofony . . . . .   | 95  |
| 3.3.2. | Głośniki . . . . .  | 101 |

### 4. Pomiarы wskaźników jakościowych

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.1.   | Pomiar wzmocnienia . . . . .                          | 106 |
| 4.4.1. | Określenia i definicje . . . . .                      | 106 |
| 4.1.2. | Metody i układy pomiarowe . . . . .                   | 108 |
| 4.1.3. | Pomiary toru fonicznego . . . . .                     | 118 |
| 4.2.   | Pomiar charakterystyki częstotliwościowej . . . . .   | 121 |
| 4.2.1. | Określenia . . . . .                                  | 121 |
| 4.2.2. | Pomiar punktowy . . . . .                             | 123 |
| 4.2.3. | Pomiary zautomatyzowane . . . . .                     | 129 |
| 4.2.4. | Metody uproszczone . . . . .                          | 132 |
| 4.3.   | Pomiar mocy wyjściowej . . . . .                      | 134 |
| 4.3.1. | Definicje . . . . .                                   | 134 |
| 4.3.2. | Metody i przyrządy pomiarowe . . . . .                | 135 |
| 4.4.   | Pomiar zniekształceń nieliniarnych . . . . .          | 141 |
| 4.4.1. | Rodzaje i miary zniekształceń nieliniarnych . . . . . | 141 |
| 4.4.2. | Definicje i określenia . . . . .                      | 146 |
| 4.4.3. | Pomiar pojedynczym sygnałem sinusoidalnym . . . . .   | 148 |
| 4.4.4. | Pomiar dwoma sygnałami sinusoidalnymi . . . . .       | 152 |
| 4.4.5. | Automatyczna analiza spektralna . . . . .             | 162 |
| 4.5.   | Pomiar zniekształceń fazowych . . . . .               | 166 |
| 4.5.1. | Metody oscyloskopowe . . . . .                        | 167 |
| 4.5.2. | Metoda sumy i różnicy napięć . . . . .                | 170 |
| 4.5.3. | Pomiary bezpośrednie . . . . .                        | 173 |
| 4.6.   | Pomiary szumów i zakłóceń . . . . .                   | 176 |
| 4.6.1. | Źródła szumów i zakłóceń . . . . .                    | 176 |
| 4.6.2. | Określenia i definicje . . . . .                      | 178 |
| 4.6.3. | Metody i przyrządy pomiarowe . . . . .                | 183 |
| 4.6.4. | Układ pomiarowy i ochrona od zakłóceń . . . . .       | 186 |
| 4.7.   | Pomiary impedancji i symetrii doziemnej . . . . .     | 191 |
| 4.7.1. | Określenia i definicje . . . . .                      | 192 |
| 4.7.2. | Metody pomiaru modułu impedancji . . . . .            | 195 |
| 4.7.4. | Pomiary symetrii doziemnej . . . . .                  | 200 |

### 5. Pomiarы urządzeń mikserskich

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 5.1. | Pomiary wzmacniaczy kanałowych . . . . . | 205 |
| 5.2. | Pomiary tłumików . . . . .               | 211 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.3.   | Pomiary korektorów i filtrów . . . . .                  | 217 |
| 5.4.   | Pomiary mierników wysterowania . . . . .                | 221 |
| 5.5.   | Pomiary urządzeń kompletnych . . . . .                  | 225 |
| 5.5.1. | Pomiary urządzeń monofonicznych . . . . .               | 225 |
| 5.5.2. | Pomiary urządzeń stereofonicznych . . . . .             | 231 |
| 5.5.3. | Pomiary torów magnetofonowych i gramofonowych . . . . . | 237 |

---

## **6. Pomiary przetworników elektroakustycznych**

---

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 6.1.   | Ważniejsze określenia i definicje stosowane w akustyce . . . . . | 244 |
| 6.1.1. | Fale dźwiękowe . . . . .   | 244 |
| 6.1.2. | Ciśnienie akustyczne . . . . .                                   | 246 |
| 6.1.3. | Prędkość akustyczna i impedancja akustyczna . . . . .            | 247 |
| 6.1.4. | Natężenie dźwięku . . . . .                                      | 248 |
| 6.1.5. | Głośność dźwięku . . . . .                                       | 251 |
| 6.1.6. | Czas pogłosu . . . . .   | 253 |
| 6.2.   | Pomiary mikrofonów . . . . .                                     | 256 |
| 6.2.1. | Warunki otoczenia akustycznego do pomiarów . . . . .             | 256 |
| 6.2.2. | Metody i przyrządy pomiarowe . . . . .                           | 259 |
| 6.2.3. | Pomiar charakterystyki częstotliwościowej . . . . .              | 262 |
| 6.2.4. | Pomiar charakterystyki kierunkowości . . . . .                   | 269 |
| 6.3.   | Pomiary głośników . . . . .                                      | 272 |
| 6.3.1. | Zakres i warunki pomiarów . . . . .                              | 272 |
| 6.3.2. | Pomiar charakterystyki częstotliwościowej . . . . .              | 274 |
| 6.3.3. | Pomiar charakterystyki kierunkowości . . . . .                   | 282 |
| 6.3.4. | Pomiary zniekształceń nieliniarnych . . . . .                    | 284 |
| 6.4.   | Pomiary słuchawek i telefonometria . . . . .                     | 288 |