

## SPIS TREŚCI

### A. Wstęp

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Znaczenie elektryczności . . . . .                                                       | 7  |
| <i>Istota elektryczności</i> . . . . .                                                      | 8  |
| 2. Elektrony jako nośniki elektryczności . . . . .                                          | 8  |
| 3. Przepływające elektrony tworzą prąd elektryczny . . . . .                                | 9  |
| <i>Przebiegi wyrównawcze</i> . . . . .                                                      | 11 |
| 4. Źródła napięcia służą do „przepompowywania” elektronów . . . . .                         | 11 |
| 5. Pomiar natężenia prądu elektrycznego . . . . .                                           | 13 |
| 6. Prądy wyładowania wyrównują różnice napięć . . . . .                                     | 14 |
| <i>Prądy ciągłe</i> . . . . .                                                               | 15 |
| 7. Tylko w zamkniętym „obwodzie elektrycznym” może trwale płynąć prąd elektryczny . . . . . | 15 |
| 8. Natężenie prądu zależy od s. em. i od oporności . . . . .                                | 16 |
| <i>Obwody elektryczne stałoprądowe i zmiennoprądowe</i> . . . . .                           | 17 |
| 9. Obwody stałoprądowe mają określoną biegunowość . . . . .                                 | 17 |
| 10. W obwodach prądu zmiennego kierunek prądu i biegunowość zmieniają się . . . . .         | 20 |
| <i>Przewodniki i izolatory</i> . . . . .                                                    | 22 |
| 11. Istnieją dobre i złe przewodniki . . . . .                                              | 22 |
| 12. Materiały izolacyjne stanowią tamę dla przepływu prądu . . . . .                        | 23 |
| <i>Środki ochronne w urządzeniach niskonapięciowych</i> . . . . .                           | 25 |
| 13. Elektryczność może zagrażać zdrowiu i życiu . . . . .                                   | 25 |
| 14. Należy przestrzegać przepisów . . . . .                                                 | 26 |

### B. Wytwarzanie energii elektrycznej

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Elektryczność statyczna</i> . . . . .                                                                             | 32 |
| 15. Wytwarzanie elektryczności przez tarcie jest bardzo starym sposobem wytwarzania . . . . .                        | 33 |
| 16. Wyładowania elektryczne występują przede wszystkim na ostrych zgięciach lub nierównościach powierzchni . . . . . | 34 |
| <i>Elektryczność galwaniczna</i> . . . . .                                                                           | 35 |
| 17. Elektryczność galwaniczna powstaje wskutek zjawisk chemicznych . . . . .                                         | 35 |
| 18. Istnieje wiele typów ogniw elektrochemicznych . . . . .                                                          | 37 |
| 19. Ogniwa połączone ze sobą tworzą baterie . . . . .                                                                | 39 |
| <i>Indukcja elektromagnetyczna (elektryczność otrzymana przez indukcję)</i> . . . . .                                | 40 |
| 20. Magnesy tworzą pole magnetyczne . . . . .                                                                        | 40 |
| 21. Przy przecinaniu linii pola indukuje się napięcie . . . . .                                                      | 44 |
| 22. W prądnicach korzysta się ze zjawiska indukcji elektromagnetycznej . . . . .                                     | 46 |
| <i>Dalsze możliwości przetwarzania energii</i> . . . . .                                                             | 51 |
| 23. Termoelektryczność . . . . .                                                                                     | 51 |
| 24. Przetwarzanie energii świetlnej w elektryczną . . . . .                                                          | 53 |
| 25. Przetwarzanie energii dźwięku w energię elektryczną . . . . .                                                    | 54 |

### C. Obwód nierozgałęziony prądu stałego

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| <i>Oporność, napięcie i prąd</i> . . . . .                | 57 |
| 26. Istnieją różne rodzaje oporności . . . . .            | 57 |
| 27. Napięcie zużywa się w obwodzie elektrycznym . . . . . | 58 |

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Prawo Ohma</i>                                                                                  | 60  |
| 28. Doświadczenie potwierdza prawo Ohma                                                            | 61  |
| 29. Przekształcenia równań ułatwiają obliczenia                                                    | 63  |
| 30. Zastosowanie prawa Ohma do pojedynczego opornika                                               | 64  |
| 31. Strata napięcia jest takim samym napięciem jak każde inne                                      | 65  |
| 32. Zastosowanie prawa Ohma do źródeł                                                              | 66  |
| 33. Zastosowanie prawa Ohma do przewodów (linii elektrycznej)                                      | 67  |
| 34. Istnienie oporności powoduje wahania napięcia                                                  | 68  |
| 35. Zastosowanie prawa Ohma do kilku oporników                                                     | 69  |
| 36. Zadania różne i przykłady liczbowe                                                             | 70  |
| 37. Przewodność jest odwrotnością oporności                                                        | 70  |
| <i>Oporność przewodów</i>                                                                          | 71  |
| 38. Oporność przewodu zależy od materiału, długości i przekroju                                    | 71  |
| 39. Przewodność właściwa jest odwrotnością oporności właściwej                                     | 75  |
| 40. Wpływ temperatury na oporność                                                                  | 76  |
| <i>Moc elektryczna przy prądzie stałym</i>                                                         | 79  |
| 41. Obliczanie mocy elektrycznej                                                                   | 80  |
| 42. Pomiar mocy                                                                                    | 84  |
| 43. Sprawność                                                                                      | 85  |
| <i>Obliczanie energii i kosztów energii</i>                                                        | 86  |
| 44. Obliczenie energii i jej pomiar za pomocą liczników                                            | 86  |
| <i>Dobór przekroju przewodów</i>                                                                   | 88  |
| 45. Wyznaczanie przekroju przewodów                                                                | 89  |
| 46. Wyznaczanie przekroju drutów nawojowych                                                        | 93  |
| 47. Druty oporowe obciąża się zależnie od celu, jakiemu mają służyć                                | 94  |
| <b>D. Obwód rozgałęziony prądu stałego</b>                                                         |     |
| <i>Łączenie oporników</i>                                                                          | 96  |
| 48. Łączenie szeregowe (posobne) oporników                                                         | 96  |
| 49. Łączenie równoległe (oboczne) oporników                                                        | 99  |
| 50. Łączenie mieszane oporników                                                                    | 103 |
| <i>Łączenie źródeł napięcia</i>                                                                    | 105 |
| 51. Łączenie równoległe źródeł                                                                     | 105 |
| 52. Połączenie równoległe źródeł (połączenie oboczne)                                              | 108 |
| 53. Łączenie mieszane źródeł (szeregowo-równoległe)                                                | 112 |
| <b>E. Działania prądu elektrycznego</b>                                                            |     |
| <i>Działanie cieplne prądu elektrycznego</i>                                                       | 114 |
| 54. Każda część urządzenia mająca oporność nagrzewa się przy przepływie prądu                      | 114 |
| 55. Nagrzewanie można obliczyć                                                                     | 116 |
| <i>Elektryczne wytwarzanie światła</i>                                                             | 118 |
| 56. Światło jest energią wypromieniowaną w zakresie fal widzialnych                                | 118 |
| 57. Wielkości i jednostki używane w technice świetlnej                                             | 119 |
| 58. Żarówki są promiennikami temperaturowymi                                                       | 121 |
| 59. Lampy wyładowcze odznaczają się większą wydajnością                                            | 122 |
| 60. Schematy połączeń lamp                                                                         | 124 |
| 61. Obliczanie oświetlenia metodą sprawności                                                       | 126 |
| 62. Proste przykłady obliczeniowe                                                                  | 128 |
| <i>Działanie chemiczne prądu elektrycznego</i>                                                     | 129 |
| 63. Elektroliza                                                                                    | 129 |
| 64. Zastosowania praktyczne                                                                        | 130 |
| 65. Akumulatory są pojemnikami elektrolitycznymi                                                   | 131 |
| 66. Akumulatory ołowiowe                                                                           | 132 |
| 67. Akumulatory żelazowo-niklowe i kadmowo-niklowe                                                 | 138 |
| <i>Działanie magnetyczne prądu elektrycznego</i>                                                   | 139 |
| 68. Pole magnetyczne                                                                               | 139 |
| 69. Uzwojenia i zwojnice, przez które płynie prąd, są magnesami                                    | 141 |
| 70. W zwojnicach mających wewnątrz rdzeń stalowy wytwarza się znaczną większą indukcja magnetyczna | 144 |
| 71. W rdzeniach stalowych występuje histereza                                                      | 151 |

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 72. Przewody, przez które przepływa prąd, oddziałują na siebie dynamicznie | 152 |
| 73. Działanie indukcyjne prądu elektrycznego                               | 154 |

#### F. Obwód nierozgałęziony prądu zmiennego

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Siła elektromotoryczna i prąd</i>                                               | 159 |
| 74. Siła elektromotoryczna i natężenie prądu zmieniają się w sposób regularny      | 159 |
| 75. Woltomierz i amperomierz wskazują wartości skuteczne                           | 161 |
| <i>Obwód prądu zmiennego o oporności czynnej</i>                                   | 163 |
| 76. W obwodach nie zawierających indukcyjności i pojemności występuje zgodność faz | 163 |
| 77. Prawa dotyczące obwodu prądu stałego można stosować do obwodu prądu zmiennego  | 164 |
| 78. Moc średnia prądu zmiennego odpowiada mocy prądu stałego                       | 164 |
| <i>Indukcyjność w obwodzie prądu zmiennego</i>                                     | 165 |
| 79. Prąd jest opóźniony w fazie w stosunku do napięcia na zaciskach                | 166 |
| 80. Napięcie na zaciskach rozkłada się na poszczególne napięcia składowe           | 167 |
| 81. Wyznaczanie długości boków trójkąta                                            | 168 |
| 82. Obliczenie napięć                                                              | 170 |
| 83. Rozszerzone prawo Ohma                                                         | 172 |
| 84. Prąd można rozłożyć na składową czynną i składową bierną                       | 176 |
| 85. Moc prądu zmiennego zależy od przesunięcia fazowego                            | 177 |
| 86. Pomiar mocy                                                                    | 182 |
| 87. Wyznaczanie współczynnika mocy                                                 | 183 |
| <i>Obwód prądu zmiennego o pojemności</i>                                          | 185 |
| 88. Kondensator jest zasobnikiem prądu                                             | 185 |
| 89. Prąd wyprzedza o $90^\circ$ napięcie na zaciskach                              | 187 |
| 90. Również i do obwodu zawierającego kondensator można stosować prawo Ohma        | 188 |
| 91. Pojemność kondensatora zależy od jego budowy                                   | 189 |

#### G. Obwód rozgałęziony prądu zmiennego

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Łączenie źródeł napięcia zmiennego</i>                                                                                | 192 |
| 92. Prądnice do zasilania sieci łączy się równolegle                                                                     | 192 |
| 93. Przy połączeniu szeregowym źródeł napięcia zmiennego o różnych częstotliwościach powstają nowe drgania               | 193 |
| 94. Składową stałą i składową zmienną prądu można oddzielić                                                              | 196 |
| <i>Łączenie odbiorników tego samego rodzaju</i>                                                                          | 197 |
| 95. Oporności czynne oblicza się podobnie jak przy prądzie stałym                                                        | 197 |
| 96. Oporności wypadkowe wyłącznie indukcyjne wyznacza się podobnie                                                       | 198 |
| 97. Pojemności zachowują się odwrotnie niż oporności pojemnościowe                                                       | 200 |
| 98. Łączenie mieszane oporności tego samego rodzaju                                                                      | 202 |
| <i>Łączenie szeregowo odbiorników różnego rodzaju</i>                                                                    | 203 |
| 99. Łączenie szeregowo oporności czynnych i oporności pojemnościowych                                                    | 203 |
| 100. Łączenie szeregowo odbiorników zawierających indukcyjność                                                           | 205 |
| 101. Łączenie szeregowo odbiorników o oporności czynnej i pojemnościowej                                                 | 207 |
| 102. Przyłączeniu szeregowym oporności indukcyjnej i pojemnościowej mogą powstać przepięcia                              | 208 |
| 103. Rezonans napięć (szeregowy)                                                                                         | 211 |
| <i>Łączenie równoległe odbiorników różnego rodzaju</i>                                                                   | 213 |
| 104. Łączenie równoległe odbiorników o oporności czynnej i czynno-indukcyjnej                                            | 213 |
| 105. Połączenie równoległe odbiornika o oporności czynnej z odbiornikiem o oporności wyłącznie indukcyjnej               | 216 |
| 106. Połączenie równoległe odbiorników zawierających oporności i indukcyjności                                           | 217 |
| 107. Łączenie równoległe odbiorników o oporności czynnej i kondensatorów                                                 | 220 |
| 108. Przy równoległych połączeniach odbiorników o oporności i indukcyjności oraz kondensatorów mogą wystąpić przetężenia | 221 |

|                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 109. Rezonans prądów . . . . .                                                                                             | 224 |
| 110. Zwojnica i kondensator tworzą obwód drganiowy . . . . .                                                               | 226 |
| 111. Przykłady zastosowań układów $L-C$ . . . . .                                                                          | 227 |
| <b>H. Prąd trójfazowy</b>                                                                                                  |     |
| 112. Przy połączeniach w gwiazdę i w trójkąt otrzymuje się różne napięcia . . . . .                                        | 229 |
| 113. Moc prądu trójfazowego . . . . .                                                                                      | 235 |
| <b>I. Zasady miernictwa elektrycznego</b>                                                                                  |     |
| 114. Różnorodność przyrządów pomiarowych . . . . .                                                                         | 237 |
| 115. Amperomierze są w zasadzie także woltomierzami . . . . .                                                              | 239 |
| 116. Przy pomiarze większych wartości napięć i prądów należy uzwojenie dostosować dożądanego zakresu pomiarowego . . . . . | 240 |
| 117. Zwykle używa się przyrządów elektromagnetycznych lub magneto-elektrycznych . . . . .                                  | 240 |
| 118. Pomiary prądu . . . . .                                                                                               | 244 |
| 119. Pomiary napięcia . . . . .                                                                                            | 246 |
| 120. Wyznaczanie oporności przez porównanie spadków napięć . . . . .                                                       | 247 |
| 121. Wyznaczanie oporności przez porównanie prądów . . . . .                                                               | 247 |
| 122. Wyznaczanie oporności przez jednoczesny pomiar prądu i napięcia . . . . .                                             | 248 |
| <i>Omomierze</i> . . . . .                                                                                                 | 249 |
| 123. Omomierze wskazują bezpośrednio oporność . . . . .                                                                    | 249 |
| 124. Pomiary oporności izolacji . . . . .                                                                                  | 251 |
| 125. Mostek Wheatstone'a stanowi podstawę wielu „metod mostkowych” . . . . .                                               | 252 |
| 126. Mostek o drucie ślizgowym (mostek Kirchhoffa) daje się szybko zrównoważyć . . . . .                                   | 253 |
| <i>Pomiary mocy</i> . . . . .                                                                                              | 254 |
| 127. W użyciu są watomierze elektrodynamiczne i ferrodynamiczne . . . . .                                                  | 254 |
| 128. Układ połączeń trzeba dostosować do rodzaju sieci . . . . .                                                           | 255 |
| <i>Pomiary współczynnika mocy i częstotliwości</i> . . . . .                                                               | 259 |
| 129. Wyznaczanie współczynnika mocy . . . . .                                                                              | 259 |
| 130. Miernik częstotliwości . . . . .                                                                                      | 260 |
| <b>Skorowidz rzeczowy</b> . . . . .                                                                                        | 262 |