

Spis treści

| | |
|--|----|
| Wstęp | 13 |
| ROZDZIAŁ 1 | |
| Laboratorium Wysokich Napięć. | |
| Organizacja i zasady bezpiecznej pracy | 17 |
| 1.1. Podstawy teoretyczne..... | 18 |
| 1.1.1. Źródła wysokich napięć..... | 18 |
| 1.1.2. Zasady bezpiecznej pracy..... | 18 |
| 1.1.3. Zakłócenia elektromagnetyczne w polu probierczym..... | 24 |
| 1.1.4. Izolacyjny sprzęt ochronny..... | 25 |
| 1.1.5. Metodyka wykonywania pomiarów oraz ocena niepewności pomiaru..... | 25 |
| 1.2. Część eksperymentalna..... | 29 |
| ROZDZIAŁ 2 | |
| Zespoły probiercze wysokich napięć przemiennych | 33 |
| 2.1. Podstawy teoretyczne..... | 34 |
| 2.1.1. Układy połączeń transformatorów probierczych..... | 34 |
| 2.1.2. Moc znamionowa zespołów probierczych..... | 37 |
| 2.1.3. Parametry znamionowe transformatorów probierczych..... | 39 |
| 2.2. Część eksperymentalna..... | 40 |
| ROZDZIAŁ 3 | |
| Rezonansowe źródła wysokich napięć przemiennych | 47 |
| 3.1. Podstawy teoretyczne..... | 48 |
| 3.1.1. Rezonans w obwodach elektrycznych..... | 48 |
| 3.1.2. Wykorzystanie zjawiska rezonansu w źródłach wysokiego napięcia przemiennego..... | 53 |
| 3.2. Część eksperymentalna..... | 55 |

ROZDZIAŁ 4

| | |
|---|----|
| Wytwarzanie napięć udarowych | 59 |
| 4.1. Podstawy teoretyczne..... | 60 |
| 4.1.1. Charakterystyka napięć udarowych i ich parametrów..... | 60 |
| 4.1.2. Schemat jednostopniowego generatora napięć udarowych..... | 62 |
| 4.1.3. Schemat rc-stopniowego generatora napięć udarowych..... | 64 |
| 4.1.4. Wpływ warunków atmosferycznych na wynik pomiaru napięcia udarowego..... | 66 |
| 4.2. Część eksperymentalna..... | 68 |

ROZDZIAŁ 5

| | |
|--|----|
| Modelowanie przebiegów napięć udarowych | 75 |
| 5.1. Podstawy teoretyczne..... | 76 |
| 5.1.1. Podstawowe rodzaje przepięć..... | 76 |
| 5.1.2. Modelowanie napięć udarowych..... | 77 |
| 5.2. Część eksperymentalna..... | 81 |

ROZDZIAŁ 6

| | |
|--|----|
| Wytwarzanie wysokich napięć stałych | 85 |
| 6.1. Podstawy teoretyczne..... | 86 |
| 6.1.1. Zakres badań układów izolacyjnych napięciem stałym..... | 86 |
| 6.1.2. Elementy prostownicze..... | 86 |
| 6.1.3. Podstawowy układ prostownikowy i parametry napięcia stałego..... | 87 |
| 6.1.4. Układy powielające..... | 89 |
| 6.1.5. Układy kaskadowe napięcia stałego..... | 91 |
| 6.2. Część eksperymentalna..... | 93 |

ROZDZIAŁ 7

| | |
|---|-----|
| Metody pomiaru wysokich napięć | 97 |
| 7.1. Podstawy teoretyczne..... | 98 |
| 7.1.1. Wymagania podstawowe..... | 98 |
| 7.1.2. Metoda iskierników znormalizowanych..... | 98 |
| 7.1.3. Wysokonapięciowy woltomierz elektrostatyczny..... | 104 |
| 7.1.4. Metoda prostownikowa z kondensatorem szeregowym..... | 105 |
| 7.1.5. Dzielniki napięcia..... | 106 |
| 7.1.6. Przemysłowe dzielniki napięcia..... | 107 |
| 7.1.7. Przekładniki napięciowe przemysłowe..... | 108 |
| 7.2. Część eksperymentalna..... | 110 |

ROZDZIAŁ 8

| | |
|--|-----|
| Modelowanie analogowe pól elektrycznych | 119 |
| 8.1. Podstawy teoretyczne..... | 120 |
| 8.1.1. Modelowanie zjawisk fizycznych..... | 120 |
| 8.1.2. Podstawy metody modelowania analogowego pola elektrycznego..... | 120 |
| 8.1.3. Charakterystyka układów izolacyjnych zastosowanych w badaniach metodą analogową..... | 123 |
| 8.1.4. Modele analogowe układów izolacyjnych..... | 128 |
| 8.2. Część eksperymentalna..... | 132 |

ROZDZIAŁ 9

| | |
|---|-----|
| Projektowanie rozkładu pola elektrycznego w warstwowym układzie izolacyjnym | 135 |
| 9.1. Podstawy teoretyczne..... | 136 |
| 9.1.1. Rozkład pola elektrycznego w warstwowym układzie izolacyjnym w polu elektrycznym jednostajnym..... | 136 |
| 9.1.2. Warstwowy układ izolacyjny w polu elektrostatycznym..... | 138 |
| 9.1.3. Warstwowy układ izolacyjny w stałym polu elektrycznym..... | 139 |
| 9.1.4. Warstwowy układ izolacyjny w przemiennym polu elektrycznym ($f = 50$ Hz)..... | 140 |
| 9.1.5. Rozkład pola elektrycznego w warstwowym układzie izolacyjnym w polu niejednostajnym..... | 140 |
| 9.1.6. Warunki wytrzymałości elektrycznej warstwowym układzie izolacyjnym..... | 142 |
| 9.1.7. Projektowanie rozkładu pola elektrycznego..... | 143 |
| 9.2. Część eksperymentalna..... | 145 |

ROZDZIAŁ 10

| | |
|--|-----|
| Wytrzymałość elektryczna materiałów izolacyjnych stałych | 151 |
| 10.1. Podstawy teoretyczne..... | 152 |
| 10.1.1. Zależność wytrzymałości elektrycznej od czasu działania napięcia..... | 152 |
| 10.1.2. Charakterystyka mechanizmów przebiecia dielektryków stałych..... | 153 |
| 10.2. Część eksperymentalna..... | 158 |

ROZDZIAŁ 11

| | |
|---|-----|
| Wytrzymałość elektryczna dielektryków ciekłych | 161 |
| 11.1. Podstawy teoretyczne..... | 162 |
| 11.1.1. Rodzaje i właściwości olejów elektroizolacyjnych..... | 162 |
| 11.1.2. Wytrzymałość elektryczna olejów izolacyjnych..... | 163 |
| 11.1.3. Metoda pomiaru wytrzymałości elektrycznej olejów izolacyjnych..... | 166 |
| 11.2. Część eksperymentalna..... | 169 |

ROZDZIAŁ 12

| | |
|---|-----|
| Wytrzymałość elektryczna gazowych układów izolacyjnych | 173 |
| 12.1. Podstawy teoretyczne..... | 174 |
| 12.1.1. Rodzaje i formy wyładowań elektrycznych w powietrzu..... | 174 |
| 12.1.2. Wytrzymałość elektryczna gazów elektroizolacyjnych..... | 176 |
| 12.1.3. Rozkład pola elektrycznego w gazowych układach izolacyjnych..... | 177 |
| 12.1.4. Gazowe układy izolacyjne z dielektrykiem stałym..... | 179 |
| 12.2. Część eksperymentalna..... | 181 |

ROZDZIAŁ 13

| | |
|--|-----|
| Wpływ ciśnienia na wytrzymałość elektryczną powietrza | 185 |
| 13.1. Podstawy teoretyczne..... | 186 |
| 13.1.1. Charakterystyka Paschena..... | 186 |
| 13.1.2. Charakterystyczne zakresy krzywej Paschena..... | 188 |
| 13.1.3. Współrzędne minimum charakterystyki Paschena..... | 189 |
| 13.1.4. Wpływ temperatury..... | 190 |
| 13.2. Część eksperymentalna..... | 191 |

ROZDZIAŁ 14

| | |
|---|-----|
| Formy wyładowań elektrycznych w gazowych układach izolacyjnych | 195 |
| 14.1. Podstawy teoretyczne..... | 196 |
| 14.1.1. Stan elektryczny powietrza..... | 196 |
| 14.1.2. Charakterystyka zależności gęstości prądu w powietrzu od natężenia pola elektrycznego..... | 196 |
| 14.1.3. Podział podstawowy form wyładowań elektrycznych w powietrzu..... | 199 |
| 14.1.4. Układy elektrod o polu elektrycznym niejednostajnym..... | 200 |
| 14.1.5. Formy wyładowań elektrycznych w polu elektrycznym niejednostajnym..... | 203 |
| 14.2. Część eksperymentalna..... | 204 |

ROZDZIAŁ 15

| | |
|--|-----|
| Wpływ ładunku przestrzennego na mechanizm wyładowań elektrycznych | 209 |
| 15.1. Podstawy teoretyczne..... | 210 |
| 15.1.1. Ładunek przestrzenny w polu elektrycznym jednostajnym..... | 210 |
| 15.1.2. Ładunek przestrzenny w polu elektrycznym niejednostajnym..... | 212 |
| 15.1.3. Przegrody izolacyjne w polu niejednostajnym..... | 214 |
| 15.2. Część eksperymentalna..... | 217 |

ROZDZIAŁ 16

| | |
|---|-----|
| Zjawisko ulotu elektrycznego w elektroenergetycznych liniach napowietrznych wysokiego napięcia | 221 |
| 16.1. Podstawy teoretyczne..... | 222 |
| 16.1.1. Ulot elektryczny..... | 222 |
| 16.1.2. Ulot przy napięciu stałym i przemiennym..... | 222 |
| 16.1.3. Formy wyładowań ulotowych..... | 223 |
| 16.1.4. Układy modelowe elektrod w badaniach ulotu elektrycznego..... | 224 |
| 16.1.5. Skutki ulotu w urządzeniach napowietrznych..... | 225 |
| 16.1.6. Wzory doświadczalne do obliczenia napięcia początkowego ulotu i strat ulotowych..... | 225 |
| 16.1.7. Przewody wiązkowe..... | 227 |
| 16.2. Część eksperymentalna..... | 229 |

ROZDZIAŁ 17

| | |
|--|-----|
| Wyładowania elektryczne powierzchniowe | 233 |
| 17.1. Podstawy teoretyczne..... | 234 |
| 17.1.1. Układy izolacyjne o polu elektrycznym niejednostajnym, charakteryzującym się przewagą składowej stycznej..... | 234 |
| 17.1.2. Wyładowania ślizgowe..... | 236 |
| 17.2. Część eksperymentalna..... | 242 |

ROZDZIAŁ 18

| | |
|--|-----|
| Rozkład napięcia na łańcuchu izolatorów | 247 |
| 18.1. Wprowadzenie..... | 248 |
| 18.1.1. Charakterystyka izolatorów liniowych..... | 248 |

| | |
|--|-----|
| 18.1.2. Podstawowe rodzaje wyładowań na izolatorach i ich klasyfikacja..... | 249 |
| 18.1.3. Rozkład napięcia na łańcuchu izolatorów kołpakowych..... | 250 |
| 18.2. Część eksperymentalna..... | 256 |

ROZDZIAŁ 19

| | |
|--|------------|
| Pole elektryczne pod liniami przesyłowymi wysokiego napięcia..... | 261 |
| 19.1. Wprowadzenie..... | 262 |
| 19.1.1. Podstawy teoretyczne obliczeń natężenia pola elektrycznego w otoczeniu napowietrznych linii elektroenergetycznych..... | 262 |
| 19.1.2. Pomiary natężenia pola elektrycznego przemiennego..... | 267 |
| 19.1.3. Rozkłady natężenia pola elektrycznego w otoczeniu elektroenergetycznych linii przesyłowych wysokich napięć..... | 269 |
| 19.1.4. Zalecenia normalizacyjne dotyczące natężenia pola elektrycznego pod liniami przesyłowymi wysokich napięć..... | 270 |
| 19.1.5. Metody ograniczania pola elektrycznego w otoczeniu linii przesyłowych..... | 270 |
| 19.2. Część eksperymentalna..... | 271 |

ROZDZIAŁ 20

| | |
|--|------------|
| Pole magnetyczne pod liniami przesyłowymi wysokiego napięcia..... | 277 |
| 20.1. Wprowadzenie..... | 278 |
| 20.1.1. Podstawy teoretyczne obliczeń pola magnetycznego..... | 278 |
| 20.1.2. Pomiary pola magnetycznego przemiennego i stałego..... | 282 |
| 20.1.3. Rozkłady natężeń pola magnetycznego w otoczeniu linii napowietrznych..... | 284 |
| 20.2. Część eksperymentalna..... | 287 |

ROZDZIAŁ 21

| | |
|--|------------|
| Metody ograniczania pola magnetycznego pod liniami przesyłowymi wysokiego napięcia..... | 293 |
| 21.1. Podstawy teoretyczne..... | 294 |
| 21.1.1. Znajomość problematyki pola elektromagnetycznego w społeczeństwie..... | 294 |
| 21.1.2. Zalecenia normalizacyjne dotyczące pola magnetycznego pod liniami przesyłowymi..... | 294 |

| | |
|---|-----|
| 21.1.3. Metody zmniejszania natężenia pola magnetycznego w otoczeniu linii..... | 295 |
| 21.1.4. Ograniczanie pola magnetycznego przez zastosowanie pętli ekranujących..... | 296 |
| 21.1.5. Obliczenie rozkładu natężenia pola magnetycznego pod linią napowietrzną z pętlą ekranującą..... | 298 |
| 21.2. Część eksperymentalna..... | 300 |

ROZDZIAŁ 22

| | |
|--|------------|
| Modelowanie strefy osłonowej instalacji odgromowej..... | 305 |
| 22.1. Podstawy teoretyczne..... | 306 |
| 22.1.1. Strefa osłonowa..... | 306 |
| 22.1.2. Koncepcje kształtu strefy osłonowej..... | 307 |
| 22.1.3. Odległość decyzji pioruna R_d | 308 |
| 22.1.4. Metoda graficzna wyznaczania strefy osłonowej..... | 309 |
| 22.1.5. Poziomy ochrony odgromowej..... | 310 |
| 22.1.6. Metoda toczącej się kuli..... | 310 |
| 22.1.7. Model zależności geometrycznych strefy osłonowej..... | 311 |
| 22.2. Część eksperymentalna..... | 314 |
| Literatura przedmiotu..... | 317 |
| Spis norm..... | 321 |
| Spis skrótów..... | 323 |
| Spis oznaczeń..... | 325 |