

**Technika wysokich napięć : podstawy teoretyczne i laboratorium /
Barbara Florkowska, Jakub Furgał. – Kraków, 2017**

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 n-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 warstwowych układach izolacyjnych	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 ($f = 50 \text{ Hz}$)	140
9.1.5. Rozkład pola elektrycznego w warstwowym układzie izolacyjnym w polu niejednostajnym	140
9.1.6. Warunki wytrzymałości elektrycznej warstwowych układów izolacyjnych	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 przebicia 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

oprac. BPK