

Wykaz ważniejszych oznaczeń 9

Wprowadzenie 13

## ROZDZIAŁ 1. Wytwarzanie udarów prądowych 15

1.1. Podstawy teoretyczne 16

1.1.1. Charakterystyka udarów prądowych i ich zastosowanie 16

1.1.2. Podstawy teoretyczne działania generatorów udarów prądowych pełnych 18

1.2. Generatory udarów prądowych prostokątnych 23

1.3. Część eksperymentalna 24

Literatura 28

## ROZDZIAŁ 2. Przepięcia podczas wyłączania małych prądów indukcyjnych 31

2.1. Podstawy teoretyczne 32

2.1.1. Mechanizm powstawania przepięć podczas wyłączania małych prądów indukcyjnych 32

2.1.2. Przepięcia podczas przerywania małych prądów indukcyjnych bez ponownych zapłonów łuku w wyłącznikach 35

2.1.3. Analiza wpływu ponownych zapłonów łuku w wyłącznikach na przepięcia łączeniowe 37

2.1.4. Czynniki wpływające na przepięcia podczas wyłączania małych prądów indukcyjnych 39

2.2. Część eksperymentalna 40

Literatura 45

## ROZDZIAŁ 3. Przetężenia i przepięcia podczas łączenia baterii kondensatorów 47

3.1. Podstawy teoretyczne 48

3.1.1. Przetężenia i przepięcia przy włączaniu jednofazowych baterii kondensatorów 48

3.1.2. Analiza przepięć podczas wyłączania baterii kondensatorów 52

3.2. Część eksperymentalna 57

Literatura 60

## ROZDZIAŁ 4. Przepięcia przy wyłączaniu zwarcí pobliskich 61

4.1. Podstawy teoretyczne 62

4.1.1. Charakterystyka ogólna przepięć podczas wyłączania prądów zwarciovych 62

4.1.2. Analiza teoretyczna przebiegów napięć powrotnych podczas wyłączania zwarcí pobliskich 63

4.2. Część eksperymentalna 68

Literatura 70

## ROZDZIAŁ 5. Przepięcia ziemnozwarciowe 71

5.1. Podstawy teoretyczne 72

5.1.1. Charakterystyka przepięć ziemnozwarciowych ustalonych 72

5.1.2. Przyczyny powstawania i przebiegi przepięć ziemnozwarciowych szybkozmiennych 74

5.1.3. Metody ograniczania przepięć ziemnozwarciowych 79

5.2. Część eksperymentalna 80

Literatura 83

## ROZDZIAŁ 6. Przepięcia ferrezonansowe w sieciach elektrycznych 85

### 6.1. Podstawy teoretyczne 86

6.1.1. Mechanizmy powstawania i charakterystyka przepięć ferrezonansowych w układach jednofazowych 86

6.1.2. Przepięcia ferrezonansowe w sieciach elektrycznych trójfazowych 90

6.1.3. Metody eliminacji przepięć ferrezonansowych 94

6.2. Część eksperymentalna 94

Literatura 97

## ROZDZIAŁ 7. Przepięcia w uzwojeniach transformatorów 99

### 7.1. Podstawy teoretyczne 100

7.1.1. Analiza mechanizmu propagacji i przebiegów przepięć w uzwojeniach transformatorów 100

7.1.2. Metody ograniczania przepięć w transformatorach 106

7.2. Część eksperymentalna 107

Literatura 111

## ROZDZIAŁ 8. Przepięcia piorunowe w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia 113

### 8.1. Podstawy teoretyczne 114

8.1.1. Narażenia urządzeń elektrycznych na wyładowania piorunowe 114

8.1.2. Podstawowe parametry wyładowań piorunowych 115

8.1.3. Metody obliczeń przepięć i prądów indukowanych podczas wyładowań piorunowych w instalacjach elektrycznych 118

8.1.4. Metody zmniejszania przepięć indukowanych w instalacjach elektrycznych 123

8.2. Część eksperymentalna 124

Literatura 128

## ROZDZIAŁ 9. Zjawiska falowe w liniach długich 129

### 9.1. Podstawy teoretyczne 130

9.1.1. Warunki propagacji fal napięciowych w elektroenergetycznych liniach napowietrznych i kablowych 130

9.1.2. Analiza zjawisk falowych w liniach długich 131

9.1.3. Wpływ przejścia fal napięciowych przez węzeł w liniach na przebiegi fal 136

9.1.3.1. Przejście fali prostokątnej przez węzeł łączący linie o różnych impedancjach falowych 136

9.1.3.2. Przejście fali prostokątnej przez węzeł z rezystancją w liniach długich 139

9.1.3.3. Przejście fali napięciowej przez węzeł z pojemnością 141

9.1.3.4. Przejście fali przez węzeł z indukcyjnością 143

9.2. Część eksperymentalna 144

Literatura 149

## ROZDZIAŁ 10. Ochrona urządzeń elektroenergetycznych od przepięć 151

### 10.1. Podstawy teoretyczne 152

10.1.1. Zasady koordynacji izolacji 152

10.1.2. Metody ochrony urządzeń elektrycznych od przepięć 153

10.1.2.1. Podstawy ochrony odgromowej 153

10.1.2.2. Wpływ sposobu połączenia punktu neutralnego sieci z ziemią na przepięcia w układach elektroenergetycznych 156

10.1.2.3. Ochrona przepięciowa urządzeń elektroenergetycznych przy zastosowaniu ograniczników przepięć 160  
10.1.2.4. Zastosowanie wyłączników synchronizowanych do ograniczania przepięć łączeniowych 166  
10.1.2.5. Wpływ baterii kondensatorów i dławików na przepięcia 166  
10.1.2.6. Ograniczanie przepięć dzięki zmniejszaniu rezystancji uziemień 166  
102 Część eksperymentalna 167  
Literatura 170

ROZDZIAŁ 11. Ochrona przepięciowa urządzeń elektrycznych niskiego napięcia 171  
11.1. Podstawy teoretyczne 172  
11.1.1. Źródła przepięć w instalacjach elektrycznych 172  
11.1.2. Koncepcja strefowa ochrony urządzeń elektrycznych niskiego napięcia przed przepięciami 173  
11.1.3. Zastosowanie urządzeń do ograniczania przepięć (SPD) w instalacjach elektrycznych 174  
11.1.4. Ekranowanie urządzeń elektrycznych od impulsowego pola elektromagnetycznego 178  
11.1.5. Stosowanie połączeń ekwipotencjalizujących w instalacjach elektrycznych 178  
11.2. Część eksperymentalna 178  
Literatura 183

ROZDZIAŁ 12. Badania udarowych zależności napięciowo-prądowych warystorów z tlenków metali 185  
12.1. Podstawy teoretyczne 186  
12.1.1. Metody wytwarzania i podstawowe właściwości warystorów z tlenków metali 186  
12.1.2. Charakterystyka konstrukcji i właściwości ochronnych ograniczników przepięć z warystorami z tlenków metali 189  
12.2. Część eksperymentalna 193  
Literatura 197

ROZDZIAŁ 13. Badania eksploatacyjne ograniczników przepięć 199  
13.1. Podstawy teoretyczne 200  
13.1.1. Przyczyny i skutki degradacji warystorów z tlenków metali w warunkach eksploatacji 200  
13.1.2. Metody badań eksploatacyjnych ograniczników przepięć z tlenków metali 201  
13.1.2.1. Ocena stanu technicznego ograniczników na podstawie pomiarów prądu upływu 202  
13.1.2.2. Pomiary temperatury warystorów ograniczników przepięć do celów diagnostycznych 208  
13.2. Część eksperymentalna 209  
Literatura 212

ROZDZIAŁ 14. Badania układów uziomowych 213  
14.1. Podstawy teoretyczne 214  
14.1.1. Charakterystyka ogólna uziemień i ich zastosowanie 214  
14.1.2. Obliczenia rezystancji statycznej uziomów 215  
14.1.3. Rozkład napięcia w otoczeniu uziomów 217  
14.1.4. Analiza metod pomiaru rezystywności gruntu i rezystancji statycznej uziemień 219

14.1.5. Mierniki do pomiaru rezystywności gruntu i rezystancji statycznej uziomów 224  
14.2. Część eksperymentalna 225  
Literatura 228

ROZDZIAŁ 15. Badania właściwości udarowych uziemień 229

15.1. Podstawy teoretyczne 230

15.1.1. Charakterystyka właściwości udarowych układów uziomowych 230

15.1.2. Metoda obliczeń rezystancji udarowej uziomów 232

15.1.3. Pomiary rezystancji udarowej uziomów 235

15.2. Część eksperymentalna 236

Literatura 238

Literatura przedmiotu 239

Spis norm 241