

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ	5
1. WSTĘP	7
2. PARAMETRY I WŁAŚCIWOŚCI ELEMENTÓW UKŁADÓW PRZESYŁOWYCH I ROZDZIELCZYCH	9
2.1. Linie napowietrzne	9
2.1.1. Rezystancja przewodów	9
2.1.2. Reaktancja indukcyjna przewodów pojedynczych	12
2.1.3. Obwody ziemnopowrotne	13
2.1.4. Impedancja zerowa linii jednotorowej	16
2.1.5. Impedancja zerowa linii dwutorowej	19
2.1.6. Pojemność linii	21
2.1.7. Natężenie pola elektrycznego i ulot	24
2.1.8. Moc naturalna linii	31
2.1.9. Obciążalność termiczna linii napowietrznych	37
2.2. Linie kablowe	54
2.2.1. Współczesne konstrukcje kabli wysokiego napięcia	54
2.2.2. Właściwości materiałów izolacyjnych	56
2.2.3. Konfiguracja systemów kabli jednożyłowych z izolacją XLPE	57
2.2.4. Parametry elektryczne linii kablowych	59
2.2.5. Obciążalność termiczna linii kablowych	64
2.3. Transformatory i przesuwники fazowe	77
2.3.1. Transformatory energetyczne	77
2.3.2. Schematy zastępcze transformatorów w sieciach wielonapięciowych	79
2.3.3. Schematy zastępcze transformatorów dla składowej zerowej	84
2.3.4. Regulacja przepływów w sieciach przesyłowych	87
2.3.5. Obciążalność i przeciążalność transformatorów energetycznych	90
3. ROZPŁYWY MOCY W SIECIACH ZAMKNIĘTYCH	95
3.1. Metody obliczeniowe wyznaczania rozplywów mocy	95
3.1.1. Macierzowy opis topologii i parametrów sieci	95
3.1.2. Równania węzłowe mocy	100
3.1.3. Gradientowe metody rozwiązywania układu równań nieliniowych	101
3.1.4. Metoda stałoprądowa	107
3.2. Optymalizacja rozplywów mocy	109
3.2.1. Ekonomiczny rozdział obciążeń (ERO)	109
3.2.2. Optymalny rozplyw mocy (OPF)	112
3.3. Wykorzystanie OPF na rynku energii	117
3.3.1. Krótkookresowa cena węzłowa energii elektrycznej	117
3.3.2. Nadwyżka sieciowa i jej składniki	118

4. ZWARCIA WIELKOPRĄDOWE W SYSTEMACH ELEKTROENERGETYCZNYCH	123
4.1. Podstawy teoretyczne obliczania zwarć wielkoprądowych	123
4.1.1. Rodzaje zwarć. Skutki zwarć	123
4.1.2. Przebiegi zwarcia i charakteryzujące je wielkości	124
4.1.3. Wykorzystanie twierdzenia Thevenina w obliczeniach zwarcia	129
4.2. Zwarcia niesymetryczne	131
4.2.1. Zwarcie jednofazowe	131
4.2.2. Zwarcie dwufazowe	135
4.2.3. Zwarcie dwufazowe z ziemią	136
4.2.4. Porównanie zwarć. Sieć skutecznie uziemiona	137
4.3. Obliczenia komputerowe zwarć w sieciach zamkniętych	139
4.3.1. Rozpływ prądów zwarcia	139
4.3.2. Ekwiwalent zwarcia sieci	146
5. ZWARCIA DOZIEMNE MAŁOPRĄDOWE, WYBÓR SPOSOBU PRACY PUNKTU NEUTRALNEGO W SIECIACH ŚREDNIEGO NAPIĘCIA	149
5.1. Podstawy teoretyczne zwarcia doziemnego	149
5.1.1. Zależności ogólne	149
5.1.2. Sieć z izolowanym punktem neutralnym	152
5.1.3. Sieć kompensowana	155
5.1.4. Sieć z rezystorem uziemiającym	160
5.2. Sieć kompensowana z naturalną asymetrią pojemności doziemnych	163
5.3. Zabezpieczenia ziemnozwarciowe	167
5.4. Wybór sposobu pracy punktu neutralnego w sieciach średniego napięcia	173
6. UKŁADY UZIEMIAJĄCE W SIECIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH	178
6.1. Przeznaczenie i budowa układów uziemiających	178
6.2. Podstawowe określenia dotyczące uziemień	179
6.2.1. Parametry elektryczne uziemień	179
6.2.2. Prąd rażeniowy i napięcie dotykowe rażeniowe	180
6.2.3. Podstawowe kryteria skuteczności ochrony przy uszkodzeniu w stacjach i liniach wysokiego napięcia ($U_n > 1$ kV)	183
6.3. Układy uziemiające w stacjach transformatorowych SN/nN	187
6.4. Układy uziemiające w liniach napowietrznych	192
6.5. Układy uziemiające w stacjach WN i NN	196
7. ZWIS I NACIĄG PRZEWODÓW, OBCIĄŻENIA MECHANICZNE LINII NAPOWIETRZNYCH	199
7.1. Zwis i naciąg przewodów	199
7.1.1. Metoda krzywej łańcuchowej	200
7.1.2. Metoda paraboli	204
7.1.3. Równanie stanów przewodu	209
7.1.4. Obliczenia numeryczne przewodów bimateriałowych	216
7.2. Podstawy obliczeń mechanicznych podspółów linii	225
7.2.1. Metoda stanów granicznych	225
7.2.2. Oddziaływania na linie napowietrzne	229
7.2.3. Ochrona przeciwdrganiowa przewodów	234
7.2.4. Obciążenia niezrównoważone w sekcjach odciągowych	237
7.3. Odnowa i podwyższenie parametrów istniejących linii	240
BIBLIOGRAFIA	245