

Spis treści

1. Wprowadzenie	9
1.1. Klasyfikacja urządzeń elektrycznych	9
1.2. Normalizacja urządzeń elektrycznych	11
1.3. Wymagania stawiane urządzeniom elektrycznym	13
1.4. Stopnie ochrony obudów urządzeń elektrycznych	15
2. Podstawowe zjawiska elektryczne	18
2.1. Ciepłe działanie prądu elektrycznego	18
2.2. Dynamiczne działanie prądu elektrycznego	21
2.3. Teoria łuku elektrycznego	23
2.3.1. Jonizacja i dejonizacja gazów	23
2.3.2. Łuk elektryczny	23
2.3.3. Sposoby gaszenia łuku elektrycznego	26
2.4. Zwarcia w systemach elektroenergetycznych	29
2.4.1. Rodzaje, przyczyny i skutki zwarc	29
2.4.2. Przebieg prądu zwarcowego	30
2.4.3. Zasady obliczeń zwarcowych	31
2.4.4. Obliczanie zwarc wg PN	35
2.4.5. Zwarcia jednofazowe w sieciach z punktem neutralnym izolowanym	38
2.4.6. Zwarcia jednofazowe w sieciach z punktem neutralnym uziemionym przez rezystor	39
2.4.7. Zwarcia w sieciach niskiego napięcia	40
3. Przewody elektroenergetyczne	43
3.1. Klasyfikacja przewodów i materiały przewodowe	43
3.2. Przewody gołe	45
3.3. Przewody szynowe	46
3.4. Przewody instalacyjne	47
3.4.1. Przewody instalacyjne bez dodatkowych osłon	47
3.4.2. Przewody płaszczowe	48
3.4.3. Przewody uzbrojone	48
3.4.4. Przewody w izolacji i powłoce polwinitowej	49
3.5. Przewody izolowane do linii napowietrznych	49
3.6. Przewody do odbiorników ruchomych	50
3.7. Kable elektroenergetyczne	50
3.8. Łączenie przewodów	55
4. Izolatory	59
4.1. Klasyfikacja i oznaczenia izolatorów	59
4.2. Dobór izolatorów	63

5. Instalacje elektryczne niskiego napięcia	66
5.1. Rodzaje instalacji	66
5.2. Warunki pracy instalacji	70
5.3. Osprzęt instalacyjny	73
5.4. Montaż instalacji elektrycznych	75
5.4.1. Wiadomości ogólne	75
5.4.2. Instalacje w rurach	76
5.4.3. Instalacje wtykowe	80
5.4.4. Instalacje podłogowe i w listwach elektroinstalacyjnych	83
5.4.5. Instalacje natynkowe	85
5.4.6. Instalacje przemysłowe	85
5.4.7. Przyłącza i złącza	91
5.5. Dobór przekroju przewodów	96
5.6. Pomiary sprawdzające w instalacjach elektrycznych	98
6. Łączniki niskiego napięcia	101
6.1. Klasyfikacja i budowa łączników	101
6.2. Łączniki ręczne	102
6.2.1. Łączniki instalacyjne	102
6.2.2. Łączniki wtykowe	103
6.2.3. Łączniki warstwowe	104
6.2.4. Łączniki drążkowe	106
6.2.5. Przyciski	106
6.3. Łączniki automatyczne	108
6.3.1. Wiadomości wstępne	108
6.3.2. Styczniki	109
6.3.3. Łączniki energoelektroniczne	113
6.3.4. Wyłączniki	115
6.3.5. Bezpieczniki	119
7. Oświetlenie	127
7.1. Wiadomości wstępne	127
7.2. Wielkości świetlne	127
7.3. Źródła światła	131
7.3.1. Lampy żarowe	131
7.3.2. Lampy fluorescencyjne	134
7.3.3. Lampy rtęciowe	137
7.3.4. Wysokoprężne lampy sodowe	140
7.3.5. Lampy bezelektrodowe	141
7.4. Oprawy oświetleniowe	142
7.4.1. Oprawy oświetleniowe do wnętrz użyteczności publicznej	143
7.4.2. Oprawy oświetleniowe przemysłowe	143
7.4.3. Oprawy oświetleniowe zewnętrzne	144
7.5. Projektowanie oświetlenia	145
7.5.1. Wiadomości ogólne	145
7.5.2. Obliczanie oświetlenia wnętrza	146
7.5.3. Projektowanie oświetlenia zewnętrznego	148
8. Urządzenia grzejne i chłodnicze	151
8.1. Wiadomości wstępne	151
8.2. Rezystancyjne urządzenia grzejne	152
8.2.1. Grzejniki domowe	152
8.2.2. Piece przemysłowe	154

8.2.3. Piece próżniowe	157
8.2.4. Obliczanie parametrów elementów grzejnych urządzeń rezystancyjnych	157
8.3. Elektrodoowe urządzenia grzejne	159
8.4. Piece łukowe	160
8.5. Indukcyjne urządzenia grzejne	163
8.6. Nagrzewanie pojemnościowe	165
8.7. Promienniki	167
8.8. Pompy ciepła	167
8.9. Elektroniczne urządzenia grzejne	169
8.9.1. Wiadomości ogólne	169
8.9.2. Mikrofalowe urządzenia grzejne	169
8.9.3. Fotonowe urządzenia grzejne	170
8.9.4. Ultradźwiękowe urządzenia grzejne	171
8.9.5. Elektronowe urządzenia grzejne	172
8.9.6. Jarzeniowe urządzenia grzejne	173
8.10. Urządzenia chłodnicze	173
9. Inne urządzenia niskiego napięcia	176
9.1. Ogniwa i akumulatory	176
9.1.1. Ogniwa galwaniczne	176
9.1.2. Akumulatory kwasowe i zasadowe	177
9.2. Urządzenia dźwigowe	180
10. Rozdzielnice niskiego napięcia	184
10.1. Rodzaje rozdzielnic i ich znaczenie	184
10.2. Rozdzielnice tablicowe	185
10.3. Rozdzielnice skrzynkowe	186
10.4. Rozdzielnice szafowe	187
10.5. Przekształtniki tyrystorowe	189
11. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach niskiego napięcia	192
11.1. Wiadomości wstępne	192
11.2. Działanie prądu na organizm ludzki	192
11.3. Środki ochrony przeciwporażeniowej wg PN-92/E-05009	194
11.3.1. Ochrona przez zastosowanie bardzo niskich napięć	194
11.3.2. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa)	195
11.3.3. Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa)	197
11.4. Klasa ochronności	202
11.5. Sprawdzanie skuteczności środków ochrony przeciwporażeniowej	202
12. Linie napowietrzne	205
12.1. Wiadomości wstępne	205
12.2. Obostrzenia	207
12.3. Konstrukcje wsporcze	209
12.3.1. Rodzaje słupów	209
12.3.2. Rozmieszczenie przewodów	213
12.4. Fundamenty słupów i uziemienia	215
12.5. Zawieszenia przewodów	217
12.5.1. Osprzęt sieciowy	217
12.5.2. Rodzaje zawieszzeń	222
12.6. Budowa linii napowietrznych	226
12.6.1. Stawianie słupów	226
12.6.2. Zawieszanie przewodów	228
12.7. Linie z przewodami izolowanymi	231

13. Linie kablowe	233
13.1. Wiadomości wstępne	233
13.2. Osprzęt kablowy	233
13.3. Układanie kabli	238
13.3.1. Wiadomości ogólne	238
13.3.2. Układanie kabli w ziemi	239
13.3.3. Układanie kabli w rurach i blokach	243
13.3.4. Układanie kabli w kanałach, tunelach, budynkach i na pomostach	244
13.4. Lokalizacja i usuwanie uszkodzeń	247
14. Łączniki wysokiego napięcia	251
14.1. Wiadomości wstępne	251
14.2. Odłączniki	252
14.2.1. Podział i przeznaczenie odłączników	252
14.2.2. Budowa i działanie odłączników	254
14.2.3. Parametry i dobór odłączników	256
14.3. Rozłączniki	257
14.4. Wyłączniki	259
14.4.1. Wiadomości ogólne	259
14.4.2. Wyłączniki olejowe	260
14.4.3. Wyłączniki pneumatyczne	264
14.4.4. Wyłączniki innych typów	270
14.5. Bezpieczniki	271
14.6. Łączniki i środowisko	275
15. Ochrona zwarciowa	277
15.1. Ograniczenie prądów zwarciovych i skutków zwarć	277
15.2. Dławiki zwarciove	277
15.3. Dławiki gaszące	279
16. Ochrona przepięciowa	282
16.1. Rodzaje i skutki przepięć	282
16.2. Ograniczniki przepięć	285
16.3. Ochrona przepięciowa linii napowietrznych	290
16.4. Ochrona przepięciowa stacji elektroenergetycznych	291
17. Układy pomiarowe	295
17.1. Przekładniki prądowe	295
17.2. Przekładniki napięciowe	300
17.3. Pomiary w sieciach najwyższych napięć	303
18. Automatyka zabezpieczeniowa	305
18.1. Zakłócenia w systemie elektroenergetycznym	305
18.2. Przekazniki zabezpieczeniowe	306
18.2.1. Zasady pomiaru wielkości elektrycznych	306
18.2.2. Przekazniki prądowe	307
18.2.3. Przekazniki napięciowe	309
18.2.4. Inne rodzaje przekazników	310
18.2.5. Wyzwalacze pierwotne	312
18.3. Zabezpieczenia linii elektroenergetycznych	312
18.3.1. Wiadomości ogólne	312
18.3.2. Zabezpieczenia nadprądowe zwłoczne	313

18.3.3. Zabezpieczenia nadprądowe bezzwłoczne	314
18.3.4. Zabezpieczenia odległościowe	315
18.3.5. Zabezpieczenia kierunkowe	317
18.3.6. Zabezpieczenia różnicowe	318
18.3.7. Zabezpieczenia porównawcze	319
18.3.8. Zabezpieczenia ziemnozwarciowe w sieciach z izolowanym punktem neutralnym	320
18.4. Zabezpieczenia transformatorów	323
18.4.1. Przeciążenia cieplne	324
18.4.2. Zwarcia zewnętrzne i wewnętrzne	324
18.5. Zabezpieczenia silników	326
18.6. System automatyki zabezpieczeniowej	329
18.6.1. Samoczynne ponowne załączenie SPZ	329
18.6.2. Samoczynne załączenie rezerwy SZR	330
18.6.3. Samoczynne częstotliwościowe odciążenie SCO	332
18.6.4. Zespoły automatyki zabezpieczeniowej ZAZ	333
19. Stacje i rozdzielnie elektroenergetyczne	335
19.1. Klasyfikacja	335
19.2. Układy połączeń obwodów głównych	336
19.2.1. Układy zasilania i transformacji	336
19.2.2. Systemy szyn zbiorczych i układy rozdzielni	337
19.2.3. Układy pól rozdzielczych	342
19.3. Rozwiązania konstrukcyjne stacji	345
19.3.1. Stacje napowietrzne	345
19.3.2. Stacje wewnętrzne	348
19.3.3. Inne typy stacji	352
19.4. Urządzenia stacji	353
19.4.1. Transformatory	353
19.4.2. Przewody i szyny	355
19.4.3. Obwody prądu przemiennego	357
19.4.4. Obwody prądu stałego	359
19.4.5. Obwody pomocnicze i nastawnie	362
19.5. Stacje przekształtnikowe	363
20. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektrycznych na napięcie powyżej 1 kV	365
20.1. Wiadomości wstępne	365
20.2. Uziemienia ochronne	367
20.3. Uzupełniające środki ochrony przeciwporażeniowej	371
20.4. Sprawdzanie skuteczności dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej	371
21. Poprawa współczynnika mocy	373
21.1. Przyczyny i skutki małej wartości współczynnika mocy	373
21.2. Kompensacja mocy biernej	374
21.2.1. Kompensacja naturalna	374
21.2.2. Kompensacja sztuczna	375
21.3. Kondensatory energetyczne	377
22. Elektrownie	381
22.1. Wiadomości wstępne	381
22.2. Elektrownie cieplne	383
22.2.1. Wiadomości ogólne	383

22.2.2. Elektrownie węglowe	383
22.2.3. Praca elektrowni ciepłej a ochrona środowiska	386
22.3. Elektrownie jądrowe	388
22.3.1. Reakcje jądrowe	388
22.3.2. Paliwo jądrowe	390
22.3.3. Reaktory jądrowe	390
22.3.4. Bezpieczeństwo elektrowni jądrowej	391
22.3.5. Składowanie odpadów promieniotwórczych	394
22.4. Elektrownie wodne	395
22.4.1. Wykorzystanie energii wód	395
22.4.2. Elektrownie przepływowe	395
22.4.3. Elektrownie morskie	396
22.5. Niekonwencjonalne źródła energii	397
22.5.1. Wiadomości ogólne	397
22.5.2. Generatory MHD	397
22.5.3. Energia termojądrowa	398
22.5.4. Energia wiatrów	398
22.5.5. Energia geotermiczna	399
22.5.6. Energia słoneczna	400
Spis tablic	403
Literatura	404
Skorowidz	405