

Spis treści

Wstęp	11
1. ZARYS WIADOMOŚCI Z PODSTAW ELEKTROTECHNIKI	13
1.1. Obwód elektryczny oraz podstawowe prawa	13
1.1.1. Obwód elektryczny	13
1.1.2. Prąd i napięcie	13
1.1.3. Prawo Ohma	15
1.1.4. Rezystancja i rezystywność. Łączenie rezystorów	15
1.1.5. Źródła prądu elektrycznego	16
1.1.6. Prawa Kirchhoffa	17
1.1.7. Moc i energia prądu stałego. Prawo Joule'a-Lenza	18
1.1.8. Budowa i działanie akumulatorów	19
1.2. Zjawiska magnetyczne i elektromagnetyczne	22
1.2.1. Pole magnetyczne	22
1.2.2. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	22
1.2.3. Zjawisko elektrodynamiczne	24
1.2.4. Zasada działania prądnicy i silnika elektrycznego prądu stałego	24
1.3. Prąd przemienny jednofazowy	26
1.3.1. Wielkości charakterystyczne prądu sinusoidalnego	26
1.3.2. Obwód elektryczny z rezystancją, reaktancją i impedancją	27
1.3.3. Kondensatory. Łączenie kondensatorów	30
1.3.4. Moc prądu przemiennego jednofazowego	32
1.4. Prąd przemienny trójfazowy	32
1.4.1. Układy połączeń	32
1.4.2. Moc prądu trójfazowego	33
1.5. Prądy niesinusoidalne	33
1.5.1. Wyższe harmoniczne	34
1.5.2. Szkodliwe oddziaływanie wyższych harmonicznych	35
2. OCHRONA PRZED PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM W URZĄDZENIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH O NAPIĘCIU DO 1 kV	37
2.1. Wiadomości ogólne	37
2.1.1. Oddziaływanie prądu elektrycznego na organizm człowieka	37
2.1.2. Warunki środowiskowe	38
2.1.3. Stopnie ochrony obudów urządzeń elektrycznych	39
2.1.4. Klasy ochronności urządzeń elektrycznych i elektronicznych	40
2.1.5. Napięcia i układy sieciowe	41
2.1.6. Oznaczenia przewodów i zacisków	48
2.1.7. Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego	50
2.2. Środki ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach elektrycznych	51
2.2.1. Ochrona podstawowa (przed dotykiem bezpośrednim)	52
2.2.2. Ochrona przy uszkodzeniu (ochrona dodatkowa)	53
2.2.2.1. Ochrona przez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania	54

2.2.2.2. Ochrona przez zastosowanie izolacji ochronnej	71
2.2.2.3. Ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej	73
2.2.2.4. Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia zapewnionego przez SELV i PELV	74
2.2.2.5. Ochrona przez zastosowanie nieprzewodzących pomieszczeń	76
2.2.3. Ochrona uzupełniająca	77
2.2.4. Połączenia wyrównawcze ochronne	80
2.2.5. Przewody ochronne, ochronno-neutralne, wyrównawcze i uziemiające	82
2.2.6. Uziomy i przewody uziemiające	85
2.2.7. Wymagania dodatkowe dotyczące ochrony przeciwporażeniowej w zależności od warunków środowiskowych	90
2.2.7.1. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub basen natryskowy (łazienki)	90
2.2.7.2. Tereny budowy i rozbiórki	93
2.2.7.3. Gospodarstwa rolnicze i ogrodnicze	96
2.2.8. Przyłączanie urządzeń elektrycznych	96
2.3. Ochrona przed elektrycznością statyczną	99
2.3.1. Elektryzowanie obiektów i wyładowania elektrostatyczne	99
2.3.2. Rodzaje zagrożeń elektrycznością statyczną	103
2.3.3. Środki ochrony przed elektrycznością statyczną (ochrona antyelektrostatyczna)	107
3. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA W INSTALACJACH ELEKTROENERGETYCZNYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA (POWYŻEJ 1 kV)	113
3.1. Wiadomości podstawowe	113
3.2. Ochrona podstawowa (przed dotykiem bezpośrednim)	114
3.3. Środki ochrony ludzi przy uszkodzeniu	117
4. BUDOWA I EKSPLOATACJA URZĄDZEŃ ELEKTROENERGETYCZNYCH	120
4.1. Ogólne zasady eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych	120
4.1.1. Wiadomości ogólne	120
4.1.2. Wymagania kwalifikacyjne dla osób zajmujących się eksploatacją urządzeń elektroenergetycznych	122
4.1.3. Prace eksploatacyjne	124
4.1.4. Przyjmowanie urządzeń do eksploatacji	125
4.2. Elektryczne urządzenia napędowe	127
4.2.1. Rodzaje i budowa silników elektrycznych	127
4.2.1.1. Silniki indukcyjne	128
4.2.1.2. Silniki prądu stałego	138
4.2.1.3. Silniki komutatorowe prądu przemiennego jednofazowe	143
4.2.1.4. Dobór silników w zależności od warunków środowiskowych	144
4.2.1.5. Zabezpieczenia silników elektrycznych	145
4.2.2. Eksploatacja elektrycznych urządzeń napędowych	148
4.2.2.1. Wiadomości ogólne	148
4.2.2.2. Oględziny i przeglądy	150
4.3. Transformatory energetyczne	153
4.3.1. Budowa i działanie transformatorów	153
4.3.2. Eksploatacja transformatorów	162

4.4. Stacje elektroenergetyczne	166
4.4.1. Budowa stacji elektroenergetycznych	166
4.4.2. Eksploatacja stacji elektroenergetycznych	172
4.4.2.1. Wiadomości ogólne i czynności łączeniowe	172
4.4.2.2. Ogłędziny stacji elektroenergetycznych	173
4.4.2.3. Przeglądy stacji elektroenergetycznych	176
4.5. Elektroenergetyczne linie napowietrzne	179
4.5.1. Elektroenergetyczne linie napowietrzne z przewodami roboczymi gołymi	179
4.5.1.1. Budowa linii napowietrznych z przewodami roboczymi gołymi	179
4.5.1.2. Ochrona od przepięć linii napowietrznych	193
4.5.1.3. Eksploatacja elektroenergetycznych linii napowietrznych	195
4.5.2. Elektroenergetyczne linie napowietrzne niskiego napięcia z przewodami izolowanymi	198
4.5.2.1. Budowa linii napowietrznych nn z przewodami izolowanymi	198
4.5.2.2. Eksploatacja linii napowietrznych nn z przewodami izolowanymi	204
4.6. Elektroenergetyczne linie kablowe	205
4.6.1. Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne	205
4.6.2. Osprzęt kablowy	207
4.6.3. Układanie kabli	208
4.6.3.1. Zasady układania kabli	208
4.6.3.2. Układanie kabli w ziemi	210
4.6.3.3. Układanie kabli w kanałach, tunelach i budynkach	216
4.6.4. Oznaczenia linii kablowych	219
4.6.5. Przekazywanie linii kablowych do eksploatacji	220
4.6.6. Eksploatacja linii kablowych	222
4.6.6.1. Ogłędziny i przeglądy linii kablowych	222
4.6.6.2. Czynności związane z załączaniem i wyłączaniem linii kablowych	223
4.6.6.3. Postępowanie w razie awarii, pożaru lub innych nienormalnych objawów pracy linii kablowych	224
4.7. Instalacje elektryczne	225
4.7.1. Zasilanie energią elektryczną budynków mieszkalnych	225
4.7.2. Rozdział energii w budynkach mieszkalnych	226
4.7.3. Prowadzenie przewodów i rozmieszczenie urządzeń	228
4.7.4. Przewody elektroenergetyczne i sprzęt instalacyjny	232
4.7.5. Ochrona przewodów przed prądem przetężeniowym	242
4.7.6. Ochrona przed przepięciami w instalacjach elektrycznych nn	244
4.7.7. Sprawdzenie odbiorcze instalacji elektrycznych	248
4.7.8. Eksploatacja instalacji elektrycznych	249
4.8. Baterie kondensatorów do kompensacji mocy biernej	251
4.8.1. Budowa baterii kondensatorów	251
4.8.2. Rodzaje kompensacji mocy biernej za pomocą kondensatorów	254
4.8.3. Dobór mocy baterii do kompensacji mocy biernej	255
4.8.4. Eksploatacja baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej	256
4.8.4.1. Prowadzenie eksploatacji i programy pracy	256
4.8.4.2. Ogłędziny i przeglądy baterii kondensatorów	258
4.8.4.3. Pomiary eksploatacyjne	259

4.9. Spawarki i zgrzewarki	260
4.9.1. Rodzaje i budowa spawarek	260
4.9.2. Rodzaje i budowa zgrzewarek	264
4.9.3. Eksploatacja spawarek i zgrzewarek	265
4.9.3.1. Zagadnienia ogólne	265
4.9.3.2. Oględziny i przeglądy	267
4.10. Urządzenia oświetlenia elektrycznego	269
4.10.1. Zasady eksploatacji urządzeń oświetleniowych	269
4.10.2. Oględziny, przeglądy i remonty urządzeń oświetlenia elektrycznego	270
4.10.3. Użytkowanie urządzeń oświetlenia elektrycznego	272
4.11. Urządzenia prostownikowe i akumulatorowe	272
4.11.1. Urządzenia prostownikowe	272
4.11.2. Urządzenia akumulatorowe	275
4.11.2.1. Baterie akumulatorów	275
4.11.2.2. Ładowanie akumulatorów	276
4.11.3. Zasady eksploatacji urządzeń prostownikowych i akumulatorowych	280
4.11.4. Wymagania w zakresie wyników pomiarów urządzeń prostownikowych i akumulatorowych	283
4.12. Zespoły prądowórcze spalinowo-elektryczne	284
4.12.1. Rodzaje zespołów prądowórczych spalinowo-elektrycznych	284
4.12.2. Ochrona przeciwporażeniowa w instalacjach zasilanych z zespołów prądowórczych	289
4.12.3. Eksploatacja zespołów prądowórczych	291
4.12.3.1. Uruchomienie zespołu prądowórczego i programy pracy	291
4.12.3.2. Obsługa zespołów prądowórczych	294
4.13. Urządzenia elektrotermiczne	296
4.13.1. Rodzaje i budowa urządzeń elektrotermicznych	296
4.13.2. Eksploatacja urządzeń elektrotermicznych	305
4.13.2.1. Warunki przyjęcia do eksploatacji i program pracy urządzeń elektrotermicznych	305
4.13.2.2. Oględziny, przeglądy i remonty urządzeń elektrotermicznych	306
4.14. Urządzenia do elektrolizy	308
4.14.1. Zasada działania i budowa urządzeń do elektrolizy	308
4.14.2. Eksploatacja urządzeń do elektrolizy	310
4.14.2.1. Podstawowe czynności eksploatacyjno-ruchowe	310
4.14.2.2. Oględziny, przeglądy i remonty urządzeń do elektrolizy	312
4.14.3. Zakres badań technicznych urządzeń do elektrolizy [L18]	313
4.15. Sieci elektrycznego oświetlenia ulicznego	314
4.15.1. Montaż	314
4.15.2. Eksploatacja sieci elektrycznego oświetlenia ulicznego	317
4.15.3. Organizacja bezpiecznej pracy przy sieciach elektrycznego oświetlenia ulicznego	319
4.16. Elektryczne urządzenia w wykonaniu przeciwwybuchowym	320
4.16.1. Zagrożenia wybuchem	320
4.16.2. Urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym	322
4.16.3. Instalacje elektryczne w strefach zagrożonych wybuchem	328

4.16.4. Eksploatacja urządzeń elektrycznych w strefach zagrożenia wybuchem	331
4.17. Urządzenia piorunochronne	336
4.17.1. Budowa urządzeń piorunochronnych (LPS)	336
4.17.2. Wewnętrzna ochrona odgromowa	348
4.17.3. Badania urządzeń piorunochronnych	351
4.18. Urządzenia energoelektroniczne	355
4.18.1. Budowa urządzeń energoelektronicznych	355
4.18.2. Eksploatacja urządzeń energoelektronicznych	364
4.19. Prądnice synchroniczne	371
4.19.1. Budowa i zasada działania prądnic synchronicznych	371
4.19.2. Eksploatacja prądnic synchronicznych	375
4.20. Systemy (instalacje) fotowoltaiczne (PV)	383
4.20.1. Budowa systemów fotowoltaicznych (PV)	383
4.20.2. Prace eksploatacyjne przy urządzeniach fotowoltaicznych (PV)	391
4.21. Elektrownie wiatrowe	394
4.21.1. Budowa elektrowni wiatrowej	394
4.21.2. Eksploatacja elektrowni wiatrowych	403
4.22. Urządzenia umożliwiające magazynowanie energii elektrycznej i jej wprowadzanie do sieci elektroenergetycznej	405
5. OGÓLNE ZASADY RACJONALNEJ GOSPODARKI ELEKTROENERGETYCZNEJ	412
5.1. Straty energii	412
5.2. Zasady oszczędzania energii w zakładach przemysłowych	415
5.3. Kompensowanie mocy bierniej	416
6. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY	418
6.1. Wiadomości ogólne	418
6.2. Podstawowe warunki bezpiecznej pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych	420
7. ZASADY ORGANIZACJI I WYKONYWANIA PRAC PRZY URZĄDZENIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH	422
7.1. Określenia	422
7.2. Warunki wykonywania prac	423
7.3. Rodzaje poleceń na pracę	429
7.4. Kwalifikacje i obowiązki osób w zakresie organizacji bezpiecznej pracy	431
7.5. Wydawanie poleceń i przebieg pracy	435
7.6. Zasady wykonywania prac pod napięciem (ppn) na liniach napowietrznych o napięciu znamionowym do 1 kV	442
7.7. Sprzęt ochronny i narzędzia pracy	455
8. OCHRONA PRZECIWPÓŻAROWA	469
8.1. Niebezpieczeństwo pożaru od urządzeń elektrycznych	469
8.2. Środki i sprzęt gaśniczy	470
8.3. Postępowanie w razie pożaru	474
8.4. Gaszenie urządzeń elektroenergetycznych	475
8.5. Wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej dotyczące instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych w zależności od wpływów zewnętrznych	476

9. ZASADY POSTĘPOWANIA PRZY RATOWANIU OSÓB PORAŻONYCH PRĄDEM ELEKTRYCZNYM I POPARZONYCH	479
9.1. Skutki przepływu prądu przez ciało człowieka	479
9.2. Uwalnianie porażonego spod działania prądu elektrycznego o napięciu do 1 kV	479
9.3. Uwalnianie porażonego spod działania prądu elektrycznego o napięciu powyżej 1 kV	484
9.4. Udzielanie pomocy przedlekarskiej osobom porażonym prądem elektrycznym (podstawowe zabiegi resuscytacyjne)	485
9.5. Udzielanie pomocy przedlekarskiej przy oparzeniach termicznych i chemicznych	491
Akty prawne	493
Normy	494
Literatura	497
Internet	499