

ZBIGNIEW GABRYJELSKI
ZBIGNIEW KOWALSKI

SIECI I URZĄDZENIA OŚWIETLENIOWE

Zagadnienia wybrane



POLITECHNIKA ŁÓDZKA

ŁÓDŹ 1997

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	7
1. ROZWIĄZANIA SIECI OŚWIETLENIOWYCH W ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH	9
1.1. Układy rozdziału energii w zakładzie przemysłowym	9
1.2. Układy zasilania sieci oświetleniowych w zakładach przemysłowych	16
1.2.1. Układy zasilania oświetlenia roboczego	16
1.2.2. Układy zasilania oświetlenia awaryjnego	19
2. ŹRÓDŁA ŚWIATŁA	33
2.1. Podział źródeł światła	33
2.2. Podstawowe dane charakterystyczne	34
2.3. Lampy żarowe	34
2.4. Lampy fluorescencyjne (światłówki)	39
2.4.1. Światłówki liniowe	39
2.4.2. Światłówki kompaktowe	45
2.5. Wysokoprężne lampy rtęciowe	49
2.6. Lampy rtęciowo—żarowe	53
2.7. Lampy rtęciowo—halogenkowe	55
2.8. Wysokoprężne lampy sodowe	56
2.9. Niskoprężne lampy sodowe	61
3. ROZWIĄZANIA OBWODÓW LAMP WYŁADOWCZYCH I APARATURA ZAPŁONOWO-STABILIZACYJNA	65
3.1. Wprowadzenie	65
3.2. Tradycyjne rozwiązania obwodów lamp wyładowczych	66
3.3. Rozwiązania obwodów świetlówek z wykorzystaniem układów elektronicznych	73
4. LAMPY WYŁADOWCZE JAKO NIELINIOWE ODBIORNIKI W SIECI OŚWIETLENIOWEJ	85
4.1. Odształcenie prądu w obwodach lamp wyładowczych połączonych ze statecznikiem indukcyjnym	85
4.1.1. Wstęp	85
4.1.2. Podstawowe założenia	86
4.1.3. Określenie przebiegu prądu w obwodzie lampy	89
4.1.4. Podsumowanie	98
4.2. Kompensacja mocy biernej lamp wyładowczych połączonych ze statecznikiem indukcyjnym	98
4.3. Odształcenie prądu w obwodach lamp wyładowczych połączonych ze statecznikiem pojemnościowo—indukcyjnym	103
4.3.1. Wstęp	103
4.3.2. Podstawowe założenia	104
4.3.3. Określenie przebiegu prądu w obwodzie lampy	105
4.4. Specyficzne cechy lamp wyładowczych jako odbiorników w trójfazowej sieci oświetleniowej	110
4.5. Wpływ asymetrii obciążenia faz sieci oświetleniowej na obciążenie przewodów zerowych sieci	115
4.6. Dodatkowe straty mocy czynnej w sieci oświetleniowej	118
4.6.1. Podstawowe założenia	118
4.6.2. Reaktancje i rezystancje zastępcze niektórych elementów sieci oświetleniowych dla prądów wyższych harmonicznych	120
4.6.3. Straty mocy w jednofazowej linii zasilającej	123
4.6.4. Straty mocy w trójfazowej linii zasilającej	124
4.6.5. Straty mocy w jednofazowych obwodach odbiorczych	125
4.6.6. Straty mocy w trójfazowym obwodzie odbiorczym z oprawami trójfazowymi	127
4.7. Trójfazowa, trójprzewodowa sieć oświetleniowa	131
5. SPADKI NAPIĘCIA W SIECIACH OŚWIETLENIOWYCH	137
5.1. Wprowadzenie	137
5.2. Spadki napięcia w liniach o sinusoidalnych prądach i napięciach	141
5.2.1. Wstęp	141
5.2.2. Linie jednofazowe dwuprzewodowe	142
5.2.3. Linie dwufazowe trójprzewodowe	145
5.2.4. Linie trójfazowe czteroprzewodowe	149
5.3. Spadki napięcia w liniach o niesinusoidalnych prądach i napięciach	154
5.4. Dopuszczalne spadki i odchylenia napięcia w sieciach oświetleniowych	166
6. WPŁYW WAHAŃ NAPIĘCIA W SIECIACH ELEKTRYCZNYCH NA ODBIORNIKI OŚWIETLENIOWE I NA PROCES WIDZENIA	169
6.1. Wprowadzenie	169
6.2. Oddziaływanie wahań napięcia na odbiorniki oświetleniowe	171
6.3. Oddziaływanie wahań napięcia na proces widzenia	174
6.4. Wskaźniki charakteryzujące wahania napięcia i ich dopuszczalne wartości	180
6.4.1. Wskaźniki charakteryzujące wahania napięcia	180

6.5. Dopuszczalne wahania napięcia	187
7. STEROWANIE OŚWIETLENIEM ULIC	197
7.1. Uwagi wstępne	197
7.2. Wymagania stawiane systemom sterowania	198
7.3. Systemy sterowania oświetleniem zewnętrznym	199
7.4. Sposoby sterowania oświetleniem zewnętrznym w Polsce	200
7.4.1. Sterowanie przekaźnikami zmierzchowymi	200
7.4.2. Sterowanie zegarami	200
7.4.3. Sterowanie kaskadowe	201
7.5. Systemy sterowania oświetlenia zewnętrznego stosowane za granicą	203
7.5.1. Sterowanie teletechniczne	204
7.5.2. Sterowanie energetyczne	205
7.5.3. Sterowanie częstotliwością akustyczną	207
7.6. Elementy impulsujące w sterowaniu oświetleniem zewnętrznym	208
7.6.1. Zegary sterujące	208
7.6.2. Przełączniki zmierzchowe	210
8. ZASILANIE LAMP FLUORESCENCYJNYCH PRĄDEM O PODWYŻSZONEJ CZĘSTOTLIWOŚCI	213
8.1. Wprowadzenie	213
8.2. Charakterystyka wyładowania w lampie fluorescencyjnej przy zmianach częstotliwości prądu zasilającego	214
8.3. Rezonansowe układy zapłonowo—stabilizacyjne do lamp fluorescencyjnych zasilanych prądem o podwyższonej częstotliwości	225
8.3.1. Uwagi ogólne	225
8.3.2. Analiza pracy obwodu lampy fluorescencyjnej w warunkach roboczych	226
8.3.3. Analiza pracy obwodu lampy fluorescencyjnej w warunkach zapłonowych	228
8.3.4. Zasady doboru reaktancji elementów układów rezonansowych	229
8.4. Sieci oświetleniowe podwyższonej częstotliwości	232
8.4.1. Sposoby zasilania sieci oświetleniowej prądem o podwyższonej częstotliwości	232
8.4.2. Właściwości i dobór parametrów sieci oświetleniowej podwyższonej częstotliwości	234
8.4.3. Eksperymentalna instalacja oświetleniowa zasilana prądem o podwyższonej częstotliwości	239
8.5. Analiza techniczno—ekonomiczna sieci oświetleniowej podwyższonej częstotliwości	242
8.5.1. Metoda obliczeń	242
8.5.2. Ustalenie wartości wskaźników	247
9. INSTALACJE OŚWIETLENIOWE NISKIEGO NAPIĘCIA Z ŻARÓWKAMI HALOGENOWYMI. ROZWIĄZANIA INSTALACJI I URZĄDZEŃ ZASILANIA	251
9.1. Uwagi ogólne	251
9.2. Konstrukcja lamp halogenowych niskiego napięcia	252
9.3. Wymagania dla instalacji oświetleniowych niskiego napięcia	255
9.4. Transformatory stosowane w sieciach oświetleniowych z żarówkami halogenowymi	258
9.5. Przewody niskonapięciowej instalacji oświetleniowej	265
9.6. Ściemniacze	265
9.7. Uwagi końcowe	266
10. DODATKOWE ŚRODKI OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ STOSOWANE W SIECIACH OŚWIETLENIOWYCH	269
10.1. Wstęp	269
10.2. Układy instalacji zasilające odbiorniki oświetleniowe (układy sieciowe TN, TT, IT)	272
10.2.1. Układ sieciowy TN	275
10.2.2. Układ sieciowy TT	277
10.2.3. Układ sieciowy IT	278
10.2.4. Przykładowe rozwiązania instalacji ochronnych	281
10.3. Klasyfikacja urządzeń elektrycznych	287
10.4. Urządzenia ochronne różnicowoprądowe i nadmiarowoprądowe	289
10.4.1. Wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe	289
10.4.2. Wyłączniki instalacyjne nadmiaroprądowe	292
10.4.3. Zastosowanie wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych oraz wyłączników instalacyjnych nadmiarowych w instalacjach elektrycznych	294
10.5. Przewody ochronne	297
10.6. Przewody wyrównawcze w budynku	298
10.7. Wyłączniki przeciwporażeniowe napięciowe	299
10.8. Separacja elektryczna	300
10.9. Izolacja ochronna	301
10.10. Izolowanie stanowiska	302
10.11. Zasilanie napięciem bardzo niskim SELV i PELV ze źródła bezpiecznego	302
10.12. Warunki wykonania i obsługi instalacji oświetleniowych	303
10.12.1. Przyłączanie opraw oświetleniowych	304

10.12.2 Gniazda wtyczkowe i wtyczki	304
10.13. Klasyfikacja oprav oświetleniowych ze względu na stopień zabezpieczenia przed porażeniem	306
11. REGULACJA STRUMIENIA ŚWIETLNEGO LAMP WYŁADOWCZYCH	311
11.1. Wprowadzenie	311
11.2. Realizacja płynnej regulacji strumienia świetlnego świetlówek	313
11.3. Konstrukcja układów połączeń	315
11.4. Charakterystyki regulacyjne	317
12. WPŁYW ASYMETRII NAPIĘĆ W SIECIACH ELEKTRYCZNYCH NA PRACĘ ODBIORNIKÓW OŚWIETLENIOWYCH	323
12.1. Przyczyny występowania asymetrii napięć w sieciach elektrycznych	323
12.2. Zmiana wypadkowego strumienia świetlnego lamp	328
12.3. Zmiana czasu pracy źródeł światła	330
12.4. Zmiana poboru mocy przez lampy	331
12.5. Zmiana kształtu krzywych prądów i ich wartości w układzie zasilającym nieliniowe odbiorniki oświetleniowe	333
12.6. Zwiększenie amplitudy tętnienia strumienia świetlnego w lampach wyładowczych	337

