

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	7
1.1. Symbole graficzne elementów i układów ochronnych	11
2. Zagrożenie piorunowe instalacji w obiekcie budowlanym	12
2.1. Podstawowe parametry prądów piorunowych	12
2.2. Zagrożenie związane z rozplywem prądów piorunowych w obiekcie	15
2.3. Zagrożenia związane z zewnętrzną instalacją usługową	17
2.4. Zagrożenia związane z indukowaniem się uderzeń podczas wyładowania w obiekt budowlany lub w jego pobliżu	18
2.5. Wyznaczanie napięć i prądów indukowanych w pętach przewodów	18
2.5.1. Napięcia i prądy indukowane w strefie LPZ 1	19
2.5.2. Napięcia i prądy indukowane w kolejnych strefach	22
3. Napięcia i prądy uderowe w obwodach niskiego napięcia	22
3.1. Wyładowania piorunowe w LPS obiektów budowlanych	22
3.2. Wyładowania piorunowe w sąsiedztwie obiektu budowlanego	24
3.3. Wyładowania piorunowe w sąsiedztwie linii dochodzących do obiektu	25
3.4. Stany nieustalone w sieci elektroenergetycznej	27
3.5. Impulsy elektromagnetyczne eksplozji nuklearnych	28
3.5.1. Napięcia i prądy indukowane przez NEMP	30
3.6. Przepięcia rejestrowane w instalacji elektrycznej w obiektach budowlanych	31
3.7. Przenoszenie napięć uderowych przez transformatory	35
3.8. Napięcia i prądy uderowe w obwodach sygnałowych	35
3.8.1. Obwody telekomunikacyjne	36
3.8.2. Systemy informatyczne	40
3.8.3. Systemy kontrolno-pomiarowe w stacjach elektroenergetycznych	41
4. Strefowa koncepcja ochrony przed przepięciami	43
5. Odporność uderowa przyłączy urządzeń	48
5.1. Badania odporności uderowej urządzeń	48
5.1.1. Uderzy	49
5.1.2. Przebiegi oscylacyjne tłumione	52
5.1.3. Serie szybkich zakłóceń impulsowych	52
5.2. Poziomy odporności uderowej urządzeń	53
5.2.1. Przyłącza zasilania	53
5.2.2. Przyłącza sygnałowe	55
6. Wyrównywanie potencjałów w obiektach budowlanych	57
6.1. Ogólne zasady wyrównywania potencjałów instalacji wprowadzanych do obiektu budowlanego	57
6.1.1. Główna szyna wyrównawcza	60
6.1.2. Główny pierścień wyrównawczy	60
6.2. Wyrównywanie potencjałów wewnątrz obiektu budowlanego	64
7. Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym	65
7.1. Urządzenia do ograniczania przepięć typu 1	67
7.1.1. Zasady doboru i montażu	70
7.1.1.1. Układy połączeń SPD	72
7.1.1.2. Podstawowe zasady montażu	77



7.1.2.	SPD o napięciowym poziomie ochrony poniżej 4000 V	81
7.1.3.	SPD o napięciowym poziomie ochrony poniżej 2500 V	83
7.1.4.	SPD o napięciowym poziomie ochrony poniżej 1500 V	84
7.1.5.	Koordinacja właściwości SPD typu 1 z wymaganiami EMC urządzeń	86
7.1.6.	Oddziaływanie prądów udarowych na zabezpieczenia nadprądowe	87
7.2.	SPD typu 2	89
7.2.1.	Zasady doboru i montażu	91
7.3.	SPD typu 3	94
7.3.1.	Dobór i instalacja	97
8.	Wielostopniowe systemy ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej	98
8.1.	Układy SPD typu 1 i 2	98
8.2.	Układy SPD typu 2 i 3	103
8.3.	Układ SPD a chronione urządzenie	103
8.4.	Zasady tworzenia wielostopniowego systemu ograniczania przepięć	105
8.5.	Podstawowe błędy występujące przy projektowaniu i montażu systemów SPD	109
8.5.1.	Błędy w fazie projektowania instalacji elektrycznej	109
8.5.1.1.	Błędna ocena występującego zagrożenia instalacji elektrycznej	109
8.5.1.2.	Niewłaściwe rozmieszczenie układów SPD różnych typów	109
8.5.1.3.	Błędne układy połączeń	111
8.5.1.4.	Brak koordynacji poziomów ograniczania przepięć przez układy SPD z odpornością udarową chronionych urządzeń	111
8.5.1.5.	Różnice potencjałów pomiędzy instalacjami dochodzącymi do urządzenia	111
8.5.2.	Błędy przy montażu SPD	111
8.5.2.1.	Długie przewody stosowane do połączeń SPD	111
8.5.2.2.	Siły dynamiczne działające pomiędzy przewodami z prądem udarowym	112
8.5.2.3.	Brak lub niewłaściwy dobór zabezpieczenia nadprądowego	112
8.5.2.4.	Wydmuch gazów na zewnątrz SPD	112
8.6.	Eksploatacja i konserwacja SPD	113
9.	Elementy i układy do ochrony przed przepięciami w obwodach sygnałowych	116
9.1.	Elementy i urządzenia ograniczające przepięcia	117
9.1.1.	Iskierniki gazowe	117
9.1.2.	Warystory	127
9.1.3.	Diody zabezpieczające	131
9.1.4.	Diody tyrystorowe	136
9.2.	Elementy i układy tłumiące przepięcia	137
9.2.1.	Filtry dolnoprzepustowe	138
9.2.2.	Filtry górnoprzepustowe	139
9.2.3.	Sęki ćwierćfalowe	140
9.2.4.	Właściwości ochronne filtrów przeciwzakłóceńowych	141
9.3.	Elementy i urządzenia separujące	144
9.3.1.	Transformatory separujące	145
9.3.2.	Transoptory	145
9.3.3.	Światłowody	147
9.3.4.	Zasady skutecznej separacji galwanicznej	147
10.	Urządzenia do ograniczania przepięć w systemach przesyłu sygnałów	149
10.1.	Zasady doboru urządzeń ograniczających przepięcia	151

10.2.	Zasady poprawnego montażu i kontroli stanu SPD	161
10.2.1.	Spadki napięć na przewodach łączących SPD	162
10.2.2.	Koordynacja współdziałania pomiędzy SPD w układach wielostopniowych	164
10.2.3.	Różnice potencjałów pomiędzy instalacjami dochodzącymi do urządzenia	165
10.3.	Przykłady doboru urządzeń ograniczających przepięcia	166
10.3.1.	Abonencka stacja końcowa w systemie cyfrowej transmisji sygnałów ISDN	166
10.3.2.	Urządzenia stacji bazowych GSM	172
10.3.3.	Transmisja sygnałów za pomocą kabli koncentrycznych	177
11.	Koordynacja układania instalacji niskonapięciowych w obiektach budowlanych	178
11.1.	Ogólne zasady układania przewodów w obiekcie budowlanym	178
11.2.	Odstępy między przewodami różnych instalacji	180
11.3.	Układanie przewodów między obiektami	184
12.	Przykłady ochrony przed przepięciami instalacji i urządzeń w obiekcie budowlanym	186
12.1.	Ograniczanie przepięć w systemach zasilania gwarantowanego	186
12.2.	Instalacje prądu stałego	192
12.3.	Ograniczanie przepięć w instalacjach elektrowni wiatrowych	196
12.3.1.	Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej	197
12.3.2.	Ograniczanie przepięć w systemach przesyłu sygnałów	197
12.4.	Ochrona urządzeń na dachach obiektów	200
12.5.	Ograniczanie przepięć w instalacjach elektrycznych niewielkich obiektów	204
12.6.	Ochrona systemów antenowych	206
12.7.	Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa urządzeń systemów telewizji dozorowej	208
12.7.1.	Poziomy odporności udarowej urządzeń	208
12.7.2.	Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej	209
12.7.3.	Ograniczanie przepięć dochodzących do przyłączy sygnałowych	210
12.7.4.	Ochrona odgromowa kamer	212
12.8.	Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa systemów fotowoltaicznych	214
12.8.1.	Ochrona przed bezpośrednim działaniem prądu piorunowego	215
12.8.2.	Ochrona przed przepięciami w instalacji elektrycznej	216
12.9.	Ograniczanie przepięć w systemach kontrolno-pomiarowych	219
12.9.1.	Sterowniki	219
12.9.2.	Przetworniki i czujniki	222
12.9.3.	Obwody iskrobezpieczne	224
12.10.	Ograniczanie przepięć dochodzących do telekomunikacyjnych urządzeń abonenckich	228
12.11.	Ograniczanie przepięć w okablowaniu strukturalnym	231
12.12.	Ograniczanie przepięć w systemach telemechaniki	235
12.13.	Iskierniki do połączeń wyrównawczych	236
13.	Podsumowanie	239
14.	Literatura	241