

ZABEZPIECZENIE PRZECIWPRIĘCIOWE KONCENTRATORÓW W UKŁADACH ZDALNEJ TRANSMISJI DANYCH POMIAROWYCH

Andrzej Sowa

Politechnika Białostocka

Stworzenie warunków zapewniających pewne i bezawaryjne działanie urządzeń elektronicznych wymaga przeprowadzenia oceny zagrożenia przepięciowego występującego w miejscach ich zainstalowania. Następnie należy porównać poziomy występujących napięć i prądów udarowych z dopuszczalnymi poziomami odporności udarowej urządzeń oraz dobrać, jeśli jest to konieczne, odpowiednie urządzenia do ograniczania przepięć. Taki tok postępowania zastosowano przy określaniu wymagań, jakie powinny spełniać urządzenia ograniczające przepięcia dochodzące do koncentratorów pracujących w systemach ciągłego monitorowania urządzeń pomiarowych.

Poniżej przedstawiono podstawowe informacje o przepięciach występujących w instalacjach elektrycznych do 1000 V. Zestawiono również wymagane poziomy odporności typowych urządzeń informatycznych na działanie napięć i prądów udarowych. Powyższe informacje wykorzystano do doboru urządzeń ograniczających przepięcia dochodzące do koncentratorów pracujących w układach zdalnej transmisji danych pomiarowych.

I. ZAGROŻENIE NAPIĘCIAMI I PRĄDAMI UDAROWYMI

Koncentratory, w zależności od miejsc zainstalowania, mogą być narażone na oddziaływanie części prądu piorunowego oraz na działanie różnego rodzaju przepięć występujących w zasilających sieciach elektroenergetycznych 230/400 V oraz w liniach przesyłu sygnałów. Poniżej przeanalizowane zostaną dwa przypadki zagrożenia udarowego koncentratorów. Pierwszy, koncentratory są umieszczone w obiekcie budowlanym posiadającym urządzenie piorunochronne oraz drugi, umieszczone w stacji transformatorowej SN/nn. W celu oceny występującego zagrożenia przedstawiono krótką charakterystykę przepięć atmosferycznych i łączeniowych występujących w liniach elektroenergetycznych różnych napięć, w instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym.

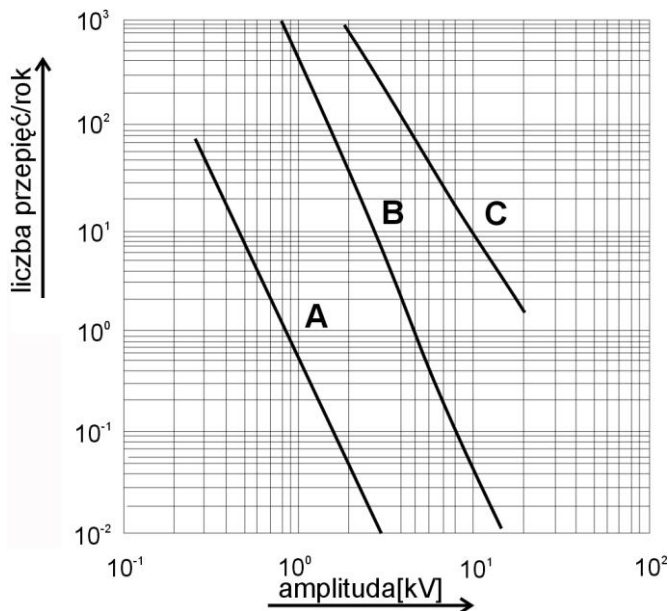
1.1. Koncentratory instalowane w obiektach budowlanych

W przypadku koncentratorów pracujących w obiektach budowlanych należy uwzględnić zagrożenie stwarzane przez przepięcia występujące w instalacji elektrycznej. Podstawowym źródłem informacji o tego typu przepięciach są wyniki rejestracji prowadzonych w sieciach zasilających niskiego napięcia. Zarejestrowane przepięcia mają najczęściej formę tłumionej sinusoidy lub przebiegu dwuwykładniczego. Na podstawie dostępnych danych można przyjąć, że w ciągu roku w instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym wystąpią przepięcia o następujących wartościach szczytowych:

300 - 500 V	kilkadziesiąt przypadków,
500 - 1000 V	kilkanaście przypadków,
1000 - 5000V	kilka przypadków;
ponad 5000 V	pojedyncze przypadki.

W sieci elektroenergetycznej ułożonej w terenie podmiejskim lub wiejskim liczba przebiegów o wartościach szczytowych przekraczających 1 kV będzie wielokrotnie większa. W ciągu roku może nawet wystąpić kilka przypadków przebiegów o wartościach szczytowych przekraczających 5kV.

Podejmowane są również próby uporządkowania dostępnych wyników i wykreślenia krzywych umożliwiających wyznaczanie liczby przebiegów o dowolnej wartości szczytowej, jakie mogą wystąpić w ciągu roku w instalacji elektrycznej. Przykład takich przebiegów przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Krzywe określające liczby przebiegów o różnych wartościach szczytowych wywołanych w ciągu roku w obwodach sieci zasilającej przez zewnętrzne źródła zakłóceń

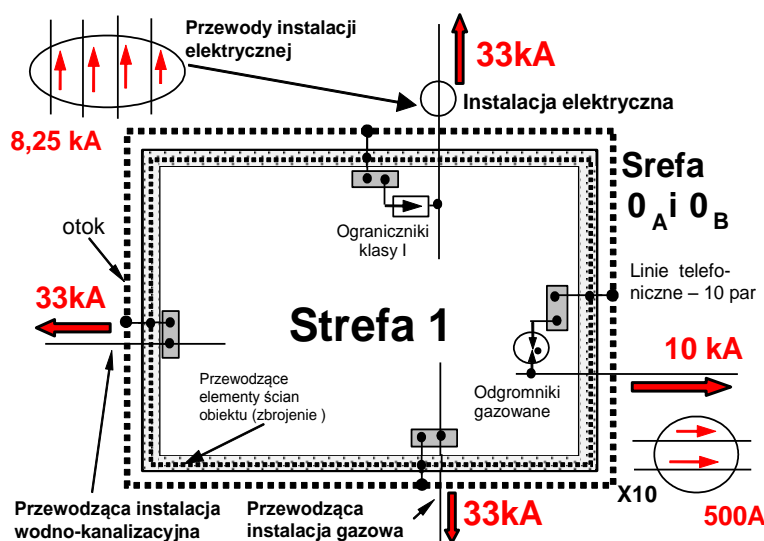
- **krzywa A** (małe wystawienie na zakłócenia) ; przebiegi w podziemnych kablach zasilających ułożonych w miastach,
- **krzywa B** (wystawienie średnie) ; przebiegi w biegnących przez tereny podmiejskie kablach podziemnych z dołączonymi odcinkami linii napowietrznych,
- **krzywa C** (wystawienie duże); przebiegi w liniach napowietrznych biegnących przez tereny niezabudowane.

Otrzymane krzywe wyznaczono uwzględniając różny "stopień wystawienia" obwodów niskonapięciowych sieci zasilających na działanie zewnętrznych piorunowych impulsów elektromagnetycznych.

W obiekcie budowlanym posiadającym urządzenie piorunochronne instalacja elektryczna i dołączone do niej koncentratory mogą być również narażone na bezpośrednie oddziaływanie części prądu piorunowego. Takie zagrożenie występuje podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt budowlany.

W takim przypadku do przybliżonego oszacowania rozplywu prądu piorunowego można przyjąć, że połowa tego prądu wpływa do systemu uziomowego obiektu, a pozostała część rozplywa się w instalacjach przewodzących dochodzących do tego obiektu.

Przykład podziału prądu piorunowego w dużym obiekcie budowlanym, do którego dochodzą instalacje wodno-kanalizacyjna, instalacja gazowa, instalacja elektryczna (system sieci TN-C) oraz linie telekomunikacyjne przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Przykładowy rozplyw prądu piorunowego w różnorodnych instalacjach dochodzących do obiektu budowlanego

W najgorszym przypadku, przyjmując równomierny podział prądu piorunowego pomiędzy uziom obiektu budowlanego i instalację elektryczną (inne instalacje wykonane z materiałów nieprzewodzących) należy uwzględnić możliwość narażenia instalacji elektrycznej na działanie prądu piorunowego o wartości szczytowej 100 kA i kształcie 10/350 μ s. Zapewnienie ochrony przed działaniem części prądu piorunowego wymaga zainstalowania układu urządzeń ograniczających przepięcia typu 1.

1.2. Koncentratory w stacjach elektroenergetycznych

Koncentratory pracujące w stacjach transformatorowych narażone są na działanie napięć i prądów udarowych dochodzących z sieci elektroenergetycznej 230/400 V oraz w sposób pośredni na udary występujące w liniach średnich napięć.

W przypadku sieci elektroenergetycznej można w przybliżeniu przyjąć, że zagrożenie jest nie mniejsze niż to, jakie występowało w obiekcie budowlanym.

W liniach elektroenergetycznych średnich napięć biegnących nad powierzchnią ziemi najgroźniejsze są bezpośrednie wyładowania piorunowe w przewody linii. Do przybliżonej oceny zagrożenia można przyjąć, że impedancja kanału wyładowania jest duża i piorun uderzający w linię jest traktowany jak źródło prądowe podłączone do przewodu ułożonego nad powierzchnią ziemi.

Zakładając, że dla rozprzyskającego się prądu udarowego wartość impedancji falowej przewodu Z_0 nad ziemią zawiera się pomiędzy 400 Ω - 500 Ω , otrzymujemy wartość napięcia

$$U = Z_0 \cdot \frac{I}{2}$$

Przykładowo, dla prądu piorunowego o wartości szczytowej $I = 40$ kA i impedancji falowej $Z_0 = 400$ Ω otrzymujemy $U = 8000$ kV.

Jest to wartość teoretyczna. W rzeczywistych liniach wystąpią przeskoki iskrowe na izolatorach i nastąpi ograniczenie wartości przepięcia atmosferycznego. Poziom ograniczania przepięć uzależniony jest od spadku napięcia na indukcyjności przewodu i rezystancji uziomu słupa, na którym nastąpił przeskok.

Częstość wyładowań piorunowych w linię elektroenergetyczną uzależniona jest od jej wymiarów, lokalnej częstości wyładowań piorunowych w analizowanym obszarze oraz ekranujących właściwości otoczenia linii.

Dla linii elektroenergetycznej biegnącej w otwartym obszarze częstość wyładowań piorunowych w linię można określić z zależności:

$$N = A \cdot N_g \cdot 10^{-6}$$

gdzie:

A - powierzchnia zbierania wyładowań piorunowych [m^2],

N_g - roczna częstość wyładowań piorunowych [wyładowanie/ km^2 rok].

W przybliżonej analizie można przyjąć

$$A = 6 \cdot H \cdot L$$

gdzie: L - długość linii [m], H - wysokość linii.

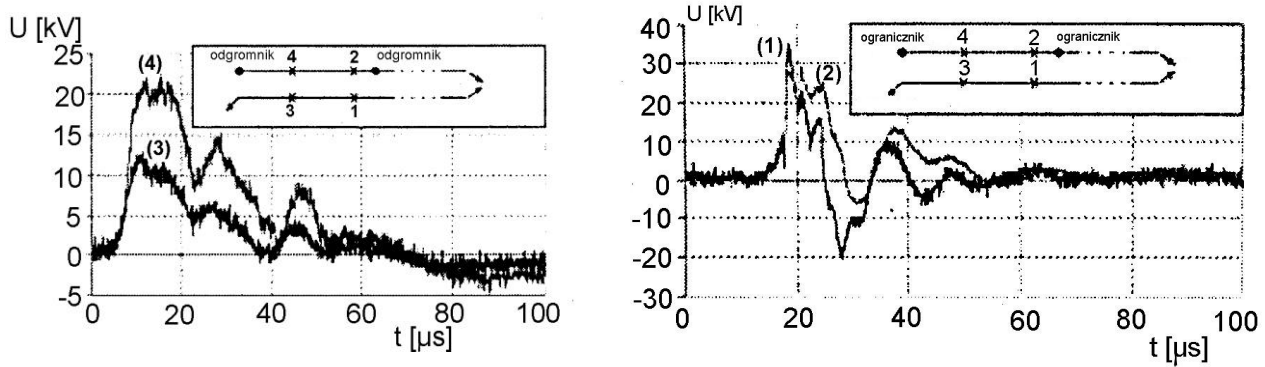
Przykładowo dla $H = 5$ m, $L = 1000$ m, $N_g = 1,8$ wyładowania / km^2 rok, otrzymujemy $N = 0,054$ wyładowania / rok

Znacznie częściej, w porównaniu z przypadkiem bezpośredniego wyładowania piorunowego, występują przepięcia atmosferyczne indukowane w liniach elektroenergetycznych. Mają one najczęściej przebiegi aperiodyczny lub oscylacyjny tłumiony.

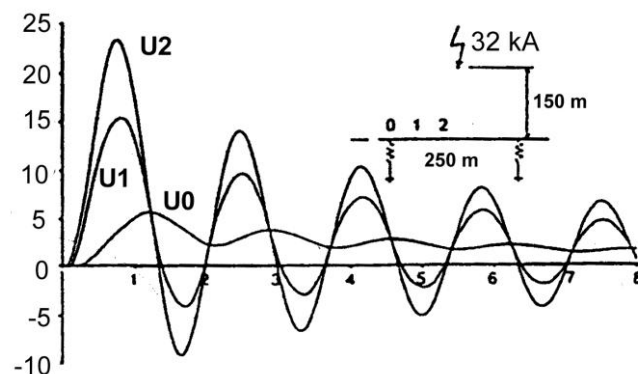
Przykładowe przebiegi przepięć rejestrowanych w liniach elektroenergetycznych średnich napięć przedstawiono na rys. 3.

Podobnie jak w przypadku wyładowań bezpośrednich, tworzone są również modele matematyczne przedstawiające układ: kanał z prądem piorunowych – linie napowietrzne.

Przykład obliczeń przepięcia atmosferycznego indukowanego w linii odległej o 150 m od miejsca wyładowania piorunowego przedstawiono na rys. 4.



Rys. 3. Oscylogramy przepięć atmosferycznych indukowanych w różnych punktach linii



Rys. 4. Przepięcia atmosferyczne indukowane w różnych punktach linii

Uproszczoną zależność określającą wartość szczytową napięcia U indukowanego pomiędzy przewodem a ziemią można przedstawić w postaci:

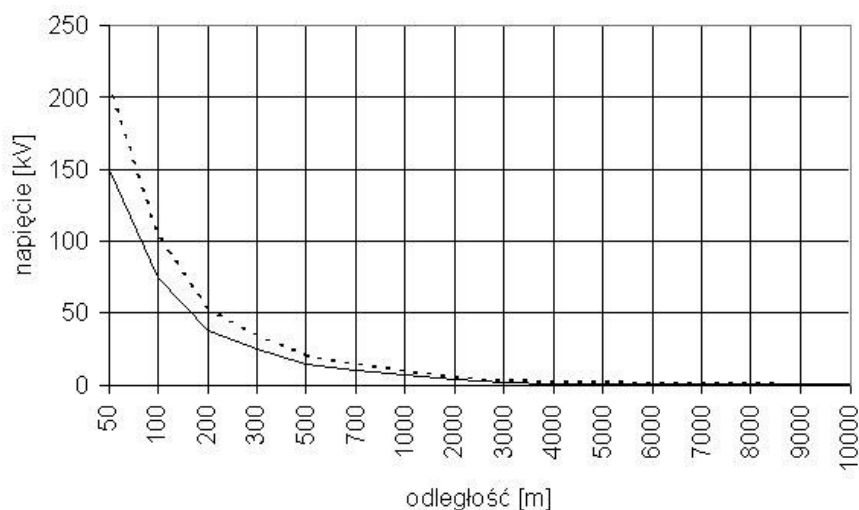
$$U = 30 \cdot (H/d) \cdot I$$

gdzie:

I - prąd piorunowy [kA],

H - wysokość zawieszenia przewodu nad ziemią [m],

d - odległość pomiędzy przewodem a miejscem uderzenia pioruna [m].



Rys. 5. Napięcia indukowane w linii nad ziemią w funkcji odległości od miejsca wyładowania (linia ciągła $H = 5$ m, linia przerywana $H = 7$ m)

Istnieje również możliwość określenia liczby przepięć o danej wartości szczytowej uwzględniając wymiary linii oraz roczną częstość wyładowań piorunowych w analizowanym obszarze.

Liczba przepięć wynosi:

$$N_i = 1,9 \cdot 10^{-6} \cdot N_g \cdot H \cdot L \cdot \left[3,5 + 2,5 \cdot \log \frac{30 \cdot (1 - c)}{U} \right]^{3,75}$$

gdzie N_i - liczba indukowanych przepięć.

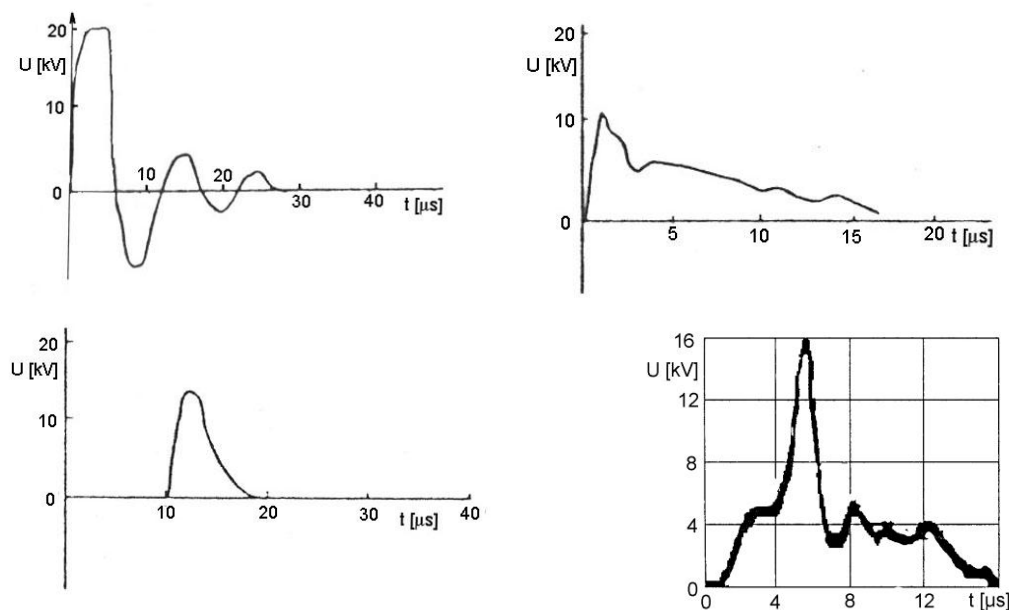
Współczynnik c określa redukujący czynnik wprowadzany przez uziemiony przewód neutralny lub ochronny ($c = 0$, jeśli brak wymienionych przewodów, $c = 0,7$ lub $0,9$ w zależności od uziemiania przewodów).

Stany nieustalone w sieciach elektroenergetycznych powstające podczas nagłych zmian napięcia zasilającego lub konfiguracji układu połączeń poszczególnych elementów w systemie elektroenergetycznym są źródłem tzw. przepięć wewnętrznych. Wśród przepięć wewnętrznych najczęściej występującymi są:

- Przepięcia powstające podczas wyłączania i ponownego załączania nieobciążonych linii lub baterii kondensatorów, przerywaniu niewielkich prądów indukcyjnych, likwidacji zwarc przy pomocy szybkich układów automatyki SPS.
- Przepięcia wywołane nagłymi zmianami obciążenia, zjawiskami rezonansu i ferorezonansu, niezanikającymi zvarciami jedno- lub dwufazowymi z ziemią.
- Przepięcia występujące podczas zvarc doziemnych w sieciach elektroenergetycznych.
- Przepięcia powstające po zadziałaniu układów ochrony przepięciowej wywołane gwałtowną zmianą napięcia i towarzyszący temu przepływ prądów udarowych.
- Bezpośredni styk przewodów sieci elektroenergetycznej o różnych napięciach.

Część z przedstawionych typów przepięć wewnętrznych występuje a sieciach średnich napięć. W takim przypadku zagrożenie urządzeń technicznych wynika z możliwości przenoszenia przepięć na stronę niskonapięciową transformatorów energetycznych

Przepięcia atmosferyczne indukowane w liniach napowietrznych nn mają, podobnie jak w liniach SN, mają najczęściej przebiegi aperiodyczny lub oscylacyjny tłumiony. Przykłady przepięć rejestrowanych w liniach elektroenergetycznych niskich napięć przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Zarejestrowane przebiegi przepięć atmosferycznych w liniach nn

Podsumowując, należy stwierdzić, że koncentraty w stacjach elektroenergetycznych narażone są na działanie:

- Przepięć dochodzących z linii nn. Skala zagrożenia może być porównywalna lub większa niż w przypadku obiektów budowlanych zasilanych z linii napowietrznych.
- Prądów piorunowych dochodzących z linii nn.
- Napięć i prądów przenoszonych ze strony SN na nn. Dotyczy to głównie skoków potencjałów systemu uziomowego po zadziałaniu urządzeń ograniczających przepięcia dochodzące do transformatora z linii SN.

2. POZIOMY ODPORNOŚCI UDAROWEJ KONCENTRATORÓW

Zakres badań odporności na działanie napięć lub prądów udarowych najczęściej określają normy dotyczące danego urządzenia lub grupy urządzeń. Ograniczając zakres rozważań tylko do ochrony przed napięciami i prądami udarowymi określone należy uwzględnić wymagania dotyczące poziomów odporności urządzeń na działanie:

- jednokierunkowych (jednobiegunowych) udarów powodowanych przez przepięcia łączeniowe i piorunowe o mikrosekundowym charakterze zmian,
- niepowtarzalnych, przebiegów oscylacyjnych tłumionych powstających podczas procesów łączeniowych w liniach zasilających lub sterujących oraz wyładowań atmosferycznych,
- powtarzalnych szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych o nanosekundowym charakterze zmian (EFT/B – ang. Electrical Fast Transient – Burst).

Szczegółowy opis procedury prowadzenia badań zawarto w normach dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej. Wyniki badań odporności urządzenia powinien przedstawić producent w formie dopuszczalnych poziomów zakłóceń dla danych urządzeń oraz wykazu norm, zgodnie, z którymi prowadził badania.

W tabelach 1 i 2 zestawiono podstawowe informacje dotyczące wymaganych poziomów odporności oporowej przyłączy zasilania oraz sygnałowych urządzeń elektronicznych o podobnym charakterze jak koncentratory (dotyczy to szczególnie normy określające wymagania dla urządzeń informatycznych).

Tabela 1. Wymagane poziomy wytrzymałości na udary 5/50 ns i 1,2/50-8/20µs przyłączy zasilania prądem przemiennym

Urządzenia	Poziomy wytrzymałości urządzeń na udary od strony zasilania napięciem przemiennym
Urządzenie elektryczne powszechnego użytku (PN-EN 55014-2)	Urządzenia powszechnego użytku, narzędzia elektryczne, podobne urządzenia elektryczne udary 5/50 - 1 000V, udary 1,2/50-8/20 - 2 000V / 1 000V
Urządzenia informatyczne. (PN-EN 55024)	Urządzenia informatyczne udary 5/50 - 1 000V, udary 1,2/50-8/20 - 2 000V / 1 000V
Sprzęt pomiarowy, sterujący i laboratoryjny (PN-EN 61010-1)	Przyrządy pomiarowe, automatyki i urządzenia laboratoryjne: <ul style="list-style-type: none"> • udary 5/50 - 1 000V • udary 1,2/50-8/20 - 1 000V / 500V poziom podwyższony (zastosowanie przemysłowe) <ul style="list-style-type: none"> • udary 5/50 - 2 000V • udary 1,2/50-8/20 - 2 000V / 1 000V
Dla udaru 1,2/50-8/20 podano poziomy odporności pomiędzy przewodami: fazowym i neutralnym a przewodem ochronnym / przewodami fazowymi oraz między przewodami fazowymi a przewodem neutralnym.	

Tabela 2. Poziomy odporności na działanie udarów 5/50 ns i 1,2/50-8/20µs przyłączy sygnałowych urządzeń elektrycznych i elektronicznych

Urządzenia	Poziomy odporności udarowej
Urządzenia powszechnego użytku, narzędzia elektryczne i podobne urządzenia elektryczne (PN - EN 55014-2)	Przyłącza przewodów sygnałowych i sterowania - badania na działanie udarów 5/50 ns o wartości szczytowej 500V
Urządzenia w ośrodkach innych niż telekomunikacyjne (PN-ETSI EN 300 386)	Przyłącza dla linii sygnałowych prowadzonych na zewnątrz budynku: <ul style="list-style-type: none"> • udary 5/50 ns - ± 500V, • udary 10/700 - 1000 V. Przyłącza dla linii sygnałowych instalowanych w budynku: <ul style="list-style-type: none"> • udary 5/50 ns - ± 500V, • udary 1,2/50-8/20 - 500 V.
Urządzenia informatyczne (PN-EN 55024)	Przyłącza sygnałowe i przyłącza teletransmisyjne: udary 5/50 ns - ± 500V, udary 1,2/50-8/20 - 1000 V.
Sprzęt pomiarowy, sterujący i laboratoryjny (PN-EN 61010-1)	Przyrządy pomiarowe, automatyki i urządzenia laboratoryjne: <ul style="list-style-type: none"> • udary 5/50 - 1 000V poziom podwyższony (zastosowanie przemysłowe) <ul style="list-style-type: none"> • udary 5/50 - 1 000V • udary 1,2/50-8/20 - 1 000V

Podsumowując przedstawione informacje należy stwierdzić, że jeśli nie wystąpią specjalne zalecenia to należy ograniczyć przepięcia dochodzące do przyłączy koncentratorów do poziomów leżących poniżej:

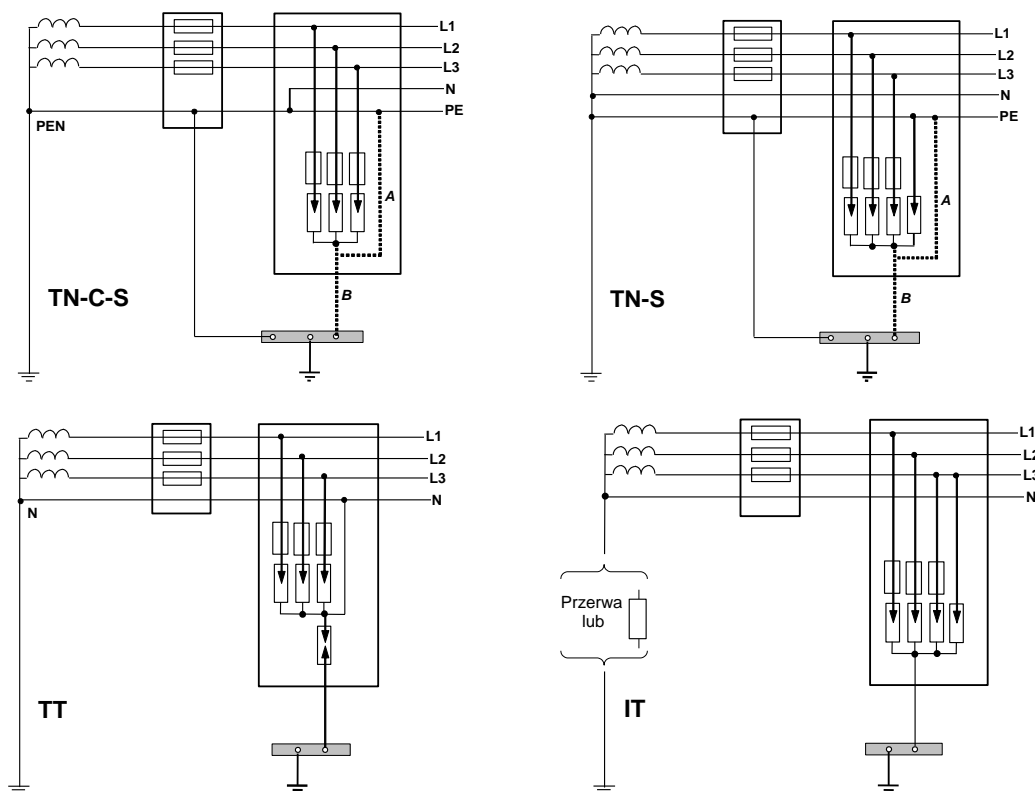
- 2000 V/1000 V - przyłącza zasilania,
- 500 V - przyłącza sygnałowe.

3. OGRANICZANIE PRZEPIĘĆ DOCHODZĄCYCH DO KONCENTRATORÓW

Ograniczanie przepięć do poziomów leżących poniżej poziomów wytrzymałości udarowej zapewniając urządzenia ograniczające przepięcia instalowane w instalacji elektrycznej oraz systemach przesyłu sygnałów.

3.1. Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej

W przypadku instalowania koncentratorów w stacji elektroenergetycznej SN/nn lub w obiekcie budowlanym z urządzeniem piorunochronnym będą to ograniczniki przepięć typu 1 zapewniają ochronę przed wszelkiego rodzaju przepięciami oraz przed bezpośrednim oddziaływaniem części prądu piorunowego. Typowe układy połączeń ograniczników przepięć przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Układy połączeń ograniczników typu 1 w różnych systemach sieci

W celu eliminacji prądów upływu zalecane jest stosowanie iskiernikowych urządzeń ograniczających przepięcia typu 1 o napięciowych poziomach ochrony poniżej 1500 V.

W przypadku braku zagrożeń stwarzanych przez oddziaływanie prądów piorunowych należy rozważyć ochronę tworzoną przez układy ograniczników typu 2 (klasy II). W celu eliminacji prądów upływu mogą to być ograniczniki zawierające szeregowe połączenie iskiernika i warystora.

3.2. Ograniczanie przepięć w systemach przesyłu sygnałów

Do podstawowych elementów ograniczających napięcia udarowe w obwodach przesyłu sygnałów należy zaliczyć:

- iskierniki gazowe,

- warystory,
- diody zabezpieczające.

Obniżenie poziomu zakłóceń impulsowych można również uzyskać stosując kondensatory, dławiki lub filtry o zadanych charakterystykach częstotliwościowych.

Do ograniczania przepięć dochodzących do przyłączy sygnałowych koncentраторów stosowane są urządzenia ograniczające przepięcia SPD. Takie urządzenia stosujemy w przypadku, gdy oddzielne użycie pojedynczych elementów ochronnych nie zapewnia:

- ochrony przed udarami występującymi w analizowanych systemach przesyłu sygnałów,
- ograniczania wartości napięć i prądów udarowych do odpowiednich poziomów.

Łączenie elementów ograniczających przepięcia umożliwia zsumowanie ich zalet i wyeliminowanie niepożądanych efektów związanych z ich oddzielnym zastosowaniem.

Typowe urządzenie ograniczające przepięcia składa się z pojedynczych elementów połączonych elementami wzdluznymi, nazywanymi również elementami odsprzegajacymi (rezystancja lub indukcyjnosc).

Dobór SPD w systemach przesyłu sygnałów wymaga:

- wstepnej oceny zagrozenia przepięciowego chronionego przyłącza,
- wybrania takiego typu testu, który w sposób najbardziej zbliżony odwzorowuje występujące zagrożenie,
- zastosowania takiego urządzenia ograniczającego przepięcia, które badano zgodnie z wymaganiami wybranego testu i które ogranicza napięcia i prądy udarowe do poziomów leżących poniżej poziomów odporności udarowej chronionych przyłączy.

Dodatkowo, jeśli producent zainstalował wewnątrz koncentраторów elementy ograniczające przepięcia dochodzące do danego przyłącza sygnałowego, należy sprawdzić możliwość współdziałania zewnętrznego SPD z tymi elementami.

Tworząc ochronę przed określonymi narażeniami udarowymi należy zwrócić uwagę na określaną przez producenta kategorię badań SPD. Oznaczenia poszczególnych kategorii badań SPD oraz wymagane zakresy badań w każdej z kategorii przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zakres badań różnych kategorii SPD

Kategoria	Typ testu	Napięcie w obwodzie otwartym	Prąd płynący po zwarcu
A1	Bardzo wolno narastający	≥ 1 kV	10 A
A2	AC	Szybkość narastania od 0,1kV/s do 100 kV/s	0,1 A/ μ s do 2 A/ μ s $\geq 1\ 000\mu$ s (czas trwania)
B1	Wolno narastający	1 kV, 10/1 000	100 A, 10/1 000
B2		1 kV lub 4 kV, 10/1 000	25 A lub 100 A, 5/300
B3		≥ 1 kV, 100 V/ μ s	10 A, 25 A lub 100 A, 10/1 000
C1	Szybko narastający	0,5 kV lub 1 kV, 1,2/50	0,25 kA lub 0,5 kA, 8/20
C2		2 kV, 4 kV lub 10 kV, 1,2/50	1 kA, 2 kA lub 5 kA, 8/20
C3		≥ 1 kV, 1 kV/ μ s	10 A, 25 A lub 100 A, 10/1 000
D1	Dużej energii	≥ 1 kV	0,5 kA, 1 kA lub 2,5 kA, 10/350
D2		≥ 1 kV	1 kA, 2,5 kA, 10/250

W dalszej części szczególna uwaga zostanie zwrócona na SPD kategorii C i D. W celu ułatwienia opisu, SPD badany zgodnie z wymaganiami danej kategorii badań nazywany będzie SPD danej kategorii, np. SPD badany zgodnie z wymaganiami kategorii D1 nazywany będzie SPD kategorii D1 lub SPD D1.

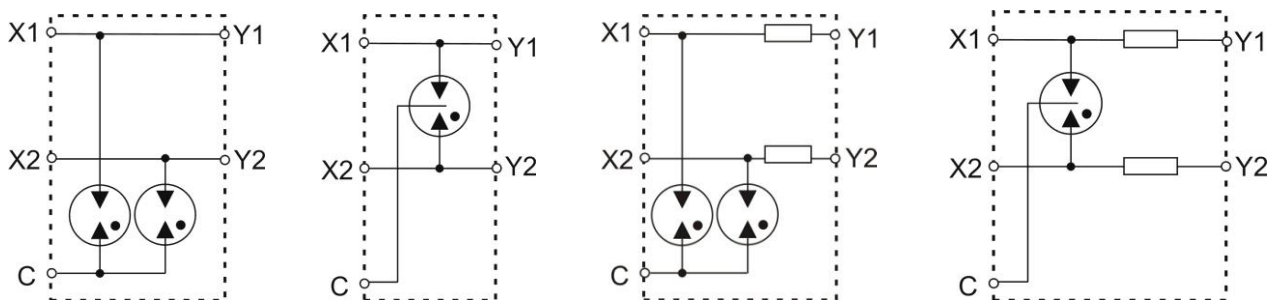
Zadaniem SPD kat. D1 jest ochrona przyłączy sygnałowych przed wszelkiego rodzaju przepięciami oraz przed bezpośrednim oddziaływaniem części prądu piorunowego. SPD testowane są prądami udarowymi (są to udary

tzw. „dużej energii”) o wartościach szczytowych dochodzących do 2,5 kA i kształcie 10/350 μ s na jeden przewód linii.

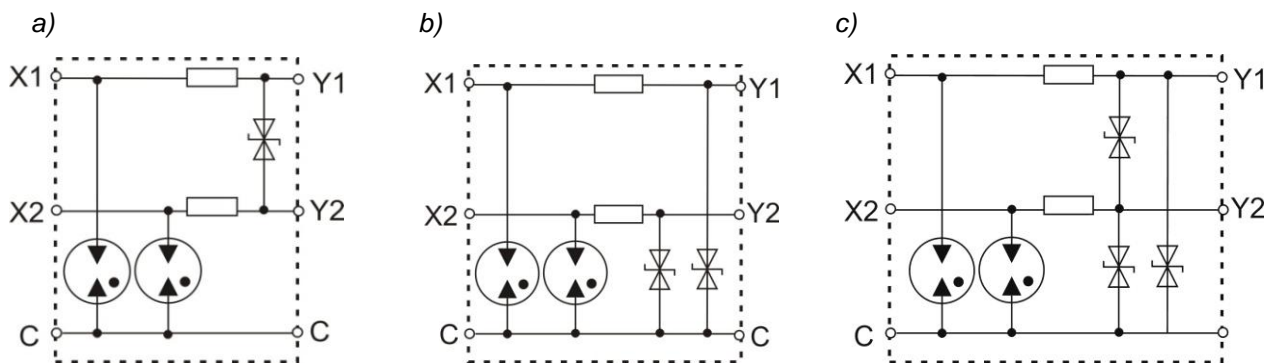
Zadaniem SPD kategorii C2 jest ochrona przed wszelkiego rodzaju przepięciami. SPD testowane są prądami udarowymi o wartościach szczytowych dochodzących do 5 kA lub nawet 10 kA i kształcie 8/20 μ s. Najczęściej są instalowane bezpośrednio przed chronionymi urządzeniami.

W zależności od napięć znamionowych oraz zastosowanych elementów ograniczających przepięcia, napięciowe poziomy ochrony SPD kategorii D1 i C2 mogą wynosić od kilkudziesięciu woltów do ok. 100 V. Mogą być również SPD kategorii C2 o napięciowych poziomach ochrony wynoszących 500 - 700 V. Są one stosowane do ograniczania przepięć dochodzących do przyłączy sygnałowych o odporności 1000 V.

- 700 V - 800 V poniżej 1000 V (rys.8.),
- od kilkudziesięciu woltów do poniżej 500 V (rys. 9).



Rys. 8. Schematy SPD kategorii D1 lub C2 o napięciowym poziomie ochrony 700 V - 800 V



Rys. 9. Schematy SPD kategorii D1 przeznaczonych do ograniczania prądów udarowych o kształcie 10/350 i wartości szczytowej do 2,5 kA, (na 1 linię) lub do 5 kA (na cały SPD). Napięciowe poziomy ochrony:

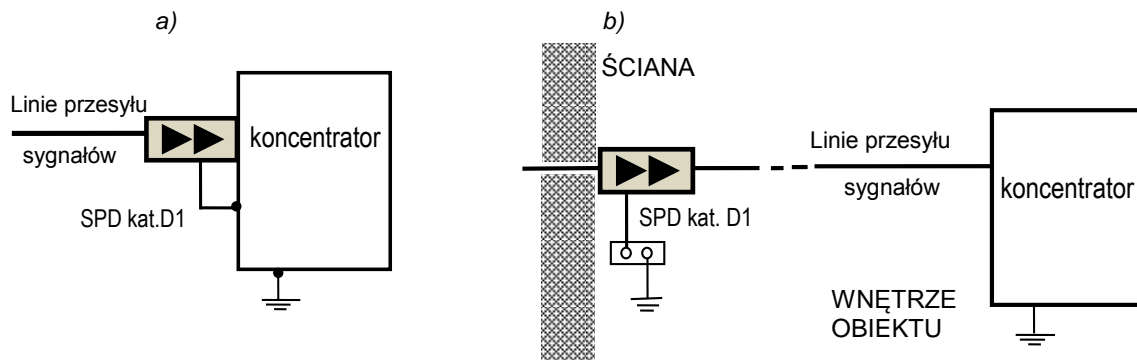
a) 700 V - 800 V pomiędzy Y1, Y2 a C - kilkadziesiąt woltów pomiędzy Y1 i Y2, .b) i c) kilkadziesiąt woltów pomiędzy Y1, Y2 a C oraz pomiędzy Y1 i Y2

Urządzenia SPD mogą być umieszczone bezpośrednio przed chronionym urządzeniem lub w miejscu wprowadzania przewodów do obiektu (koncentrator znajduje się w sąsiedztwie miejsca wprowadzania linii sygnałowych do budynku).

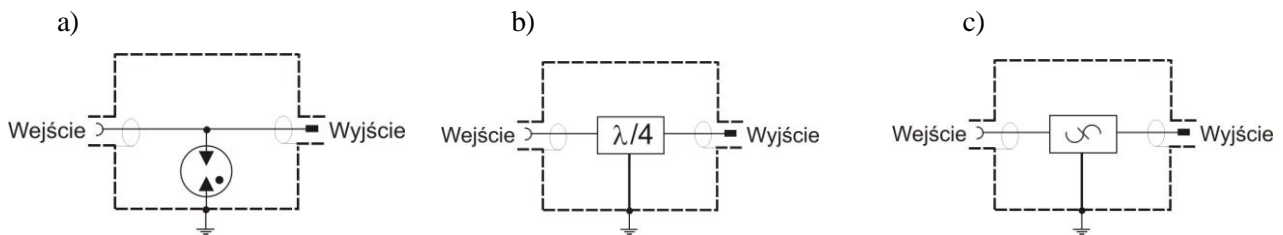
W przypadku wykorzystywania łączności radiowej do przesyłu informacji należy zwrócić uwagę na ograniczanie przepięć dochodzących do przyłączy koncentratora, do których dochodzą kable antenowe. W kablach antenowych do ograniczania przepięć pojawiających się pomiędzy przewodem środkowym a ekranem kabla można zastosować iskierniki gazowe (rys. 11a), sęki ćwierćfalowe (rys. 11b) lub filtry górnoprzepustowe (rys. 11c). Dodatkowo należy zapewnić ochronę przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym w anteny (rys. 12.)

5. ZAKOŃCZENIE

W przypadku konieczności zapewnienia pewnego i niezawodnego działania koncentratorów zbierających dane z liczników energii elektrycznej należy, dobierając urządzenia ograniczające przepięcia w instalacji elektrycznej, uwzględnić przedstawione poniżej wymagania.



Rys. 10. Ogólny przykład instalowania elementów ograniczających przepięcia: a) przed urządzeniem, b) w miejscu wprowadzania przewodu do obiektu



Rys. 11. Układy ograniczające przepięcia w liniach wysokiej częstotliwości

a) b)



Rys. 12. Ochrona odgromowa i przepięciowa koncentratora, a) ochrona anten przed bezpośrednim uderzeniem piorunu, b) urządzenia ograniczające przepięcia

- W przypadku ochrony koncentratorów zainstalowanych w stacjach elektroenergetycznych lub obiektach budowlanych posiadających urządzenie piorunochronne układy urządzeń ograniczających przepięcia w instalacji elektrycznej powinny zapewnić ochronę przed działaniem części prądu piorunowego o wartości szczytowej dochodzącej do 100 kA i kształcie 10/350 μ s. Takie wymagania spełniają urządzenia ograniczające przepięcia typu I (badane zgodnie z wymaganiami klasy I).
- Do ochrony przyłączy sygnałowych koncentratorów przed wszelkiego rodzaju przepięciami oraz bezpośrednim oddziaływaniem części prądu piorunowego należy zastosować SPD testowane są prądami udarowymi (są to udary tzw. „dużej energii”) o wartościach szczytowych dochodzących do 2,5 kA i kształcie 10/350 μ s na jeden przewód linii.
- Urządzenia ograniczające przepięcia powinny wytrzymać przepływ prądów następczych o wartościach, jakie mogą wystąpić w sieci elektroenergetycznej SN/nn lub nie dopuścić do wystąpienia tych prądów.
- Powinny być niezawodne, proste w montażu i zajmować niewiele miejsca. W celu wyeliminowania spadków napięć na przewodach przyłączeniowych, urządzenia ograniczające przepięcia powinny mieć podwójne zaciski do montażu w tzw. układzie „V”.
- Układy urządzeń ograniczających przepięcia powinny ograniczać wartości prądów następczych do wartości poniżej poziomów zadziałania zabezpieczeń nadprądowych stosowanych instalacji elektrycznej.
- W celu ograniczenia prądów upływu zalecane jest stosowanie iskiernikowych urządzeń ograniczających przepięcia.
- Napięciowe poziomy ochrony układów urządzeń do ograniczania przepięć powinny być niższe od poziomów wytrzymałości udarowej koncentratorów. W typowych rozwiązaniach napięciowy poziom ochrony nie powinien przekraczać 1500 V.
- Charakteryzować się napięciem trwałej pracy na poziomie ok. 1,1 napięcia fazowego.
- Współpracować z układami warystorów, jakie mogą być stosowane przez producentów urządzeń elektronicznych.
- Posiadać obudowane iskierniki (podczas działania gazy nie są wyprowadzają gazów na zewnątrz ograniczników).
- W obiekcie budowlanym należy skoordynować dobór urządzeń ograniczających przepięcia z urządzeniami już zainstalowanymi w instalacji elektrycznej.
- W przypadku ochrony przyłączy sygnałowych należy dokładnie określić warunki znamionowe i poziomy odporności udarowej i dobrać odpowiednie urządzenia ograniczające przepięcia.
- Zapewnić ochronę anten przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego.

LITERATURA

1. PN-86/E-05003/01: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
2. PN-IEC 61024-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.
3. PN-IEC 61024-1:2001/Ap1 grudzień 2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1. Zasady ogólne.
4. PN-IEC 61024-1-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.
5. PN-IEC 61024-1-1:2001/Ap1 grudzień 2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.
6. PN-IEC 61024-1-2:2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.
7. PN-IEC 61312-1:2001, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.
8. PN-IEC/TS 61312-3:2003, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Część 3. Wymagania urządzeń do ograniczania przepięć (SPD).

9. EN 61643-21:2004, Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych. Wymagania eksploatacyjne i metody badań.
10. PN-EN 61643-11:2002(U) Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 11: Urządzenia do ograniczenia przepięć w sieciach rozdzielczych niskiego napięcia. Wymagania i próby
11. PN-EN 55014-2:1999, Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń.
12. PN-EN 55024:2000, Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Urządzenia informatyczne. Charakterystyka odporności. Metodyka pomiaru i dopuszczalne poziomy.
13. PN-EN 60601-1-2: 2002 (U), Medyczne urządzenia elektryczne – Część 1: Ogólne wymagania bezpieczeństwa. Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania i badania.
14. PN-EN 60950: 2002(U), Bezpieczeństwo urządzeń techniki informatycznej.
15. PN-EN 61000-4-4:1998, Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Metody badań i pomiarów. Badania odporności na serie szybkich zakłóceń impulsowych (oraz poprawki PN-EN 61000-4-4: 1999/A1: 2003, PN-EN 61000-4-4: 1999/A2: 2003).
16. PN-EN 61000-4-5:1998, Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Metody badań i pomiarów. Badania odporności na udary (oraz poprawka PN-EN 61000-4-5: 1998/A1: 2003).
17. PN-EN 61000-4-12:1999, Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Metody badań i pomiarów. Badania odporności na przebiegi oscylacyjne. Podstawowa publikacja EMC.
18. PN-EN 61000-6-1:2002 (U), Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Część 6-1: Normy ogólne - Wymagania dotyczące odporności w środowisku mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym.
19. PN-EN 61000-6-2:2002, Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Część 6-2: Normy ogólne - Wymagania dotyczące odporności w środowisku przemysłowym.
20. PN-EN 61010-1:2000, Wymagania bezpieczeństwa elektrycznych przyrządów pomiarowych, automatyki i urządzeń laboratoryjnych.
21. PN-EN 60255-22-4:2003(U), Przekładniki energoelektryczne. Część 22-4: Badania odporności na zakłócenia elektryczne przekładników pomiarowych i urządzeń zabezpieczających. Badania odporności na szybkozmienne zakłócenia przejściowe.
22. PN-EN 60664-1:2003(U), Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Część 1: Zasady, wymagania i badania.
23. PN-IEC 60364-4-442:1999, Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia.
24. PN-IEC 60364-4-443:1999, Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przez przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.
25. PN-IEC 60364-5-534:2003, Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
26. Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke VDEW – e.V. : Überspannungsschutzeinrichtungen der Anforderungsklasse B. Richtlinie für den Einsatz in Hauptstromversorgungssystemen.
27. Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke VDEW – e.V. Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz.