

OGRANICZANIE PRZEPIĘĆ W SYSTEMACH PRZESYŁU SYGNAŁÓW



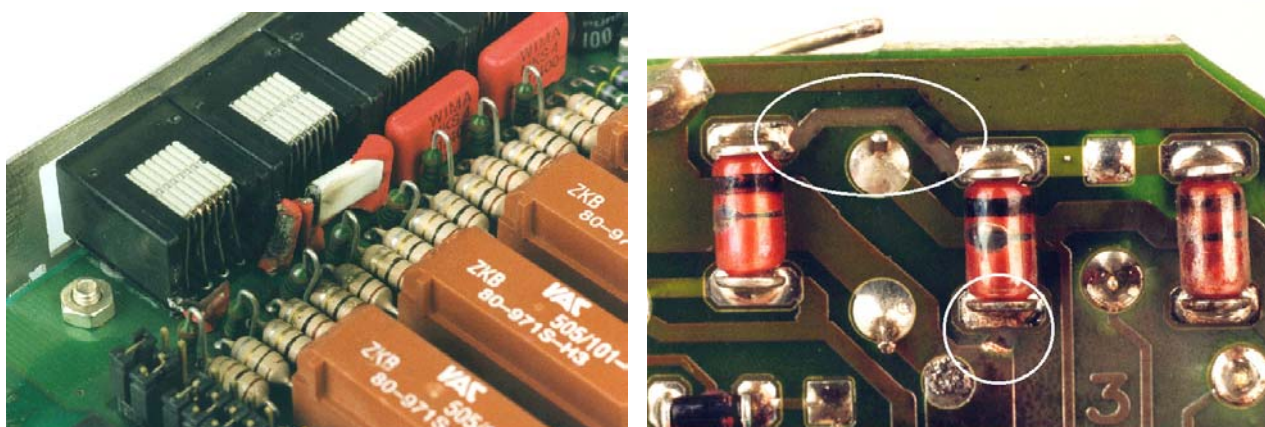
Ochrona przed przepięciami urządzeń automatyki przemysłowej

Andrzej W. Sowa

Stworzenie warunków do bezawaryjnego działania urządzeń i systemów elektronicznych wymaga zastosowania odpowiednio dobranych elementów i układów ograniczających przepięcia.

Stosując odpowiednio dobrane i rozmieszczone ograniczniki przepięć można uniknąć lub znacznie ograniczyć szkody wywołane przez napięcia i prądy udarowe.

Udary są szczególnie groźne dla urządzeń pracujących w rozbudowanych systemach np. w zautomatyzowanych zakładach przemysłowych lub w oczyszczalniach ścieków. W takich przypadkach nawet drobne uszkodzenie pojedynczego urządzenia (Rys.1.) może spowodować unieruchomienie całego systemu i zatrzymanie lub ograniczenie produkcji .



Rys. 1. Przykład uszkodzenia wywołanego przez przepięcia [10]

Analizując występujące zagrożenie należy zwrócić szczególną uwagę na napięcia i prądy udarowe powstające sporadycznie, o znacznych wartościach szczytowych, które są w stanie zniszczyć urządzenia.

Brak informacji o tego rodzaju zagrożeniu powoduje, że jest ono najczęściej lekceważone i niewzględniane zarówno przez projektantów, instalatorów jak i użytkowników urządzeń.

W naszej strefie klimatycznej takie zagrożenie stwarzają wyładowania piorunowe. Eliminacja wyładowań piorunowych, jako źródeł zagrożeń udarowych, jest niemożliwa i należy dążyć, stosując pozostałe sposoby ochrony, do ograniczania ich szkodliwego działania.

Dotyczy to szczególnie stworzenia warunków do bezpiecznego odprowadzenia prądów udarowych oraz ograniczania przepięć powstających podczas bezpośrednich wyładowań piorunowych w obiekty budowlane lub wyładowań w bliskim ich sąsiedztwie.

1. Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej

System ograniczający przepięcia w instalacji elektrycznej należy tworzyć zgodnie z zasadami zawartymi w normach dotyczących :

- ochrony odgromowej obiektów budowlanych [2,3,4,5] ,
- instalacji elektrycznej w obiektach budowlanych [7]

Określając w instalacji elektrycznej liczbę stopni ograniczników, ich rozmieszczenie oraz układy połączeń należy uwzględnić:

- sposób ochrony odgromowej obiektu (zastosowano instalację odgromową lub obiekt jej nie posiada),
- system sieci elektrycznej w obiekcie,
- rozmieszczenie urządzeń w obiekcie,
- poziom odporności udarowej urządzeń systemów automatyki.

Poziomy odporności udarowej określają wyniki badań oddziaływania na urządzenia napięć i prądów udarowych dochodzących z instalacji elektrycznej. Wymagane poziomy odporności urządzeń na działanie udarów o nanosekundowym (tzw. szybkie stany przejściowe 5/50 ns) i mikrosekundowym (tzw. udary 2,2/50-8/20 μ s) charakterze zmian, które dochodzą do urządzeń od strony przyłączy zasilających zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania dotyczące sprzętu pomiarowego, sterowania i laboratoryjnego

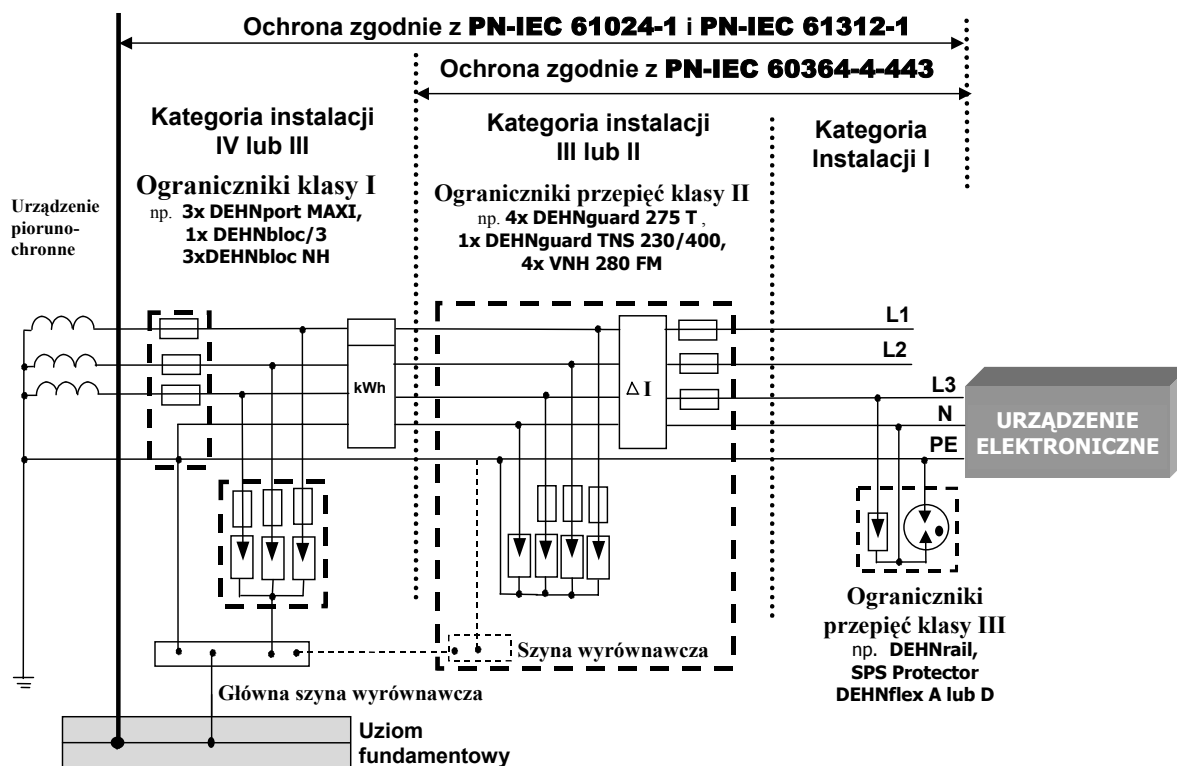
Rodzaj zakłócenia	Linie zasilania AC	Linie zasilania DC
poziom minimalny		
Szybkie stany przejściowe 5/50 ns	1 kV	1 kV
Udary napięciowo-prądowe 1,2/50 μ s	0,5 kV linia-linia 1 kV linia-masa	0,5 kV linia-linia 1 kV linia-masa
poziom podwyższony		
Szybkie stany przejściowe 5/50 ns	2 kV	2 kV
Udary napięciowo-prądowe 1,2/50 μ s	1 kV linia-linia 2 kV linia-masa	1 kV linia-linia 2 kV linia-masa

Dobrane do powyższych poziomów systemy ochrony przeciwprzepięciowej urządzeń przedstawione zostaną na przykładzie instalacji zasilającej urządzenia, o napięciu 24V DC, 230 V AC lub 120V AC.

Uwzględniając zagrożenia występujące w obiekcie oraz wymagane poziomy ograniczania przepięć należy, w instalacji elektrycznej zasilającej urządzenia, zastosować wielostopniowy system układów ograniczników, tworzony przez:

- ograniczniki przepięć klasy I instalowane w rozdzielnicy głównej (RG), w szafce obok złącza lub w samym złączu,
- ograniczniki przepięć klasy II umieszczane w rozdzielnicach oddziałowych, tablicach rozdzielczych (TR) w obiekcie,
- ogranicznikach klasy III instalowanych przed chronionymi urządzeniami, w przypadku ich znacznego oddalenia rozdzielni z ogranicznikami klasy II.

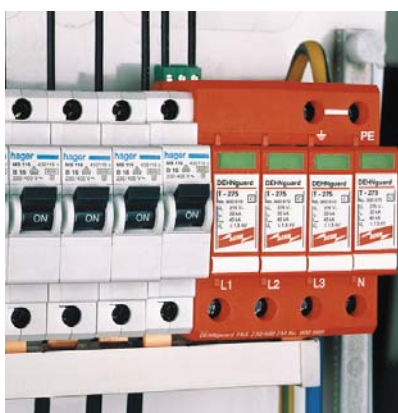
Przykładowy schemat połączeń oraz rozwiązanie praktyczne układów ograniczników w instalacji elektrycznej zasilającej urządzenia w obiekcie budowlanym posiadającym instalację piorunochronną (system sieci TN-C-S) przedstawiają rys. 2. i 3.



Rys. 2. Przykładowy układ połączeń ograniczników klasy I, II i III w instalacji elektrycznej



Ograniczniki klasy I



ograniczniki klasy III



ogranicznik klasy III

Rys. 3. Przykład trójstopniowego systemu ograniczania przepięć

Koordinację poprawnego działania ograniczników w wielostopniowym systemie ochrony przeciwprzepięciowej uzyskujemy zachowując odpowiednie, zalecane przez producentów, odległości pomiędzy układami ograniczników różnych klas.

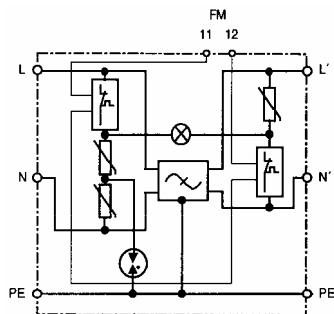
W przemysłowej instalacji elektrycznej zapewnienie poprawnego działania urządzeń może wymagać zastosowania ograniczników klasy III z filtrem eliminującym szkodliwe działanie wysokoczęstotliwościowe zakłócenia jakie mogą wystąpić w instalacji elektrycznej w zakładach przemysłowych (rys.4a.).

W przypadku zasilania urządzeń napięciem stałym np. 24 V należy jako trzeci stopień ochrony zainstalować ogranicznik przeznaczony do napięcia stałego, np. BLITZDUCTOR VT AD 24V- produkowany przez firmę DEHN (rys.4b.).

a)



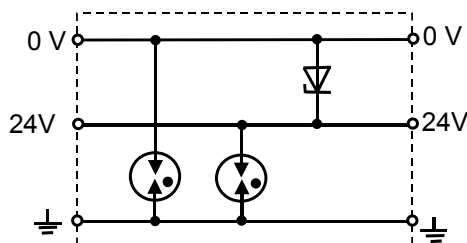
SPS-Protector



b)



BLITZDUCTOR VT AD 24-



Rys. 4. Ograniczniki SPS Protector i BLITZDUCTOR VT AD 24- (widok ogólny i schematy połączeń) umieszczane przed urządzeniami odpowiednio w przypadku zasilania jednofazowego 230 V i 24 V DC

2. Ograniczanie przepięć w systemach przesyłu sygnałów

Przed przystąpieniem do doboru układu ochronnego w systemach przesyłu sygnałów należy zebrać informacje dotyczące:

- odporności analizowanych urządzeń na udary dochodzące z linii sygnałowych,
- stopnia zagrożenia piorunowego i przepięciowego,
- podstawowych parametrów przesyłanych sygnałów oraz stosowanego okablowania.

Kolejnym etapem postępowania jest poprawny dobór i rozmieszczenie układów ochronnych i ich odpowiedni montaż.

Podstawową sprawą przy doborze i rozmieszczaniu ograniczników przepięć jest posiadanie informacji o odporność udarowej urządzeń. W przypadku urządzeń automatyki, pomiarów i kontroli istniejące normy i zalecenia określają zakres badań oraz wymagane poziomy odporności udarowej. Przykładowe wartości odporności różnorodnych urządzeń na działanie napięć i prądów udarowych zestawiono w tabelicy 2.

W kolejnych etapach działania należy określić występujące zagrożenie i dobrać ograniczniki zapewniające ochronę przed jednym z następujących zagrożeń:

- Bezpośrednim działaniem prądów piorunowych lub zwarciovych. Układy ochrony przepięciowej powinny być odporne na działanie prądów udarowych o wartościach szczytowych 2,5 kA – 5 kA i kształcie 10/350.

Tablica 2. Wymagania dotyczące odporności urządzeń elektronicznych

Miejsce wnikania udarów	Rodzaj narażenia	Sprzęt pomiarowy, sterowania i laboratoryjny		Roboty przemysłowe
		Wartość probiercza minimalna	Wartość probiercza podwyższona	
WE/WY sygnalizacja i sterowanie	szybkoszmiennie	1 kV	1 kV	1 kV
	Udary	1 kV^{2),3)}	1 kV^{2),3)}	1 kV^{2),3)}
WE/WY jw. dołączone bezpośrednio do sieci	szybkoszmiennie	1 kV	2 kV	2 kV
	Udary	0,5 kV¹⁾ / 1 kV²⁾	1 kV¹⁾ / 2 kV²⁾	1 kV¹⁾ / 2 kV²⁾
Szybkoszmiennie – szybkie stany przepięciowe 5/50 ns Udary – udary napięciowo-prądowe 1,2/50- 8/20			¹⁾ linia - linia ²⁾ linia - ziemia ³⁾ tylko w przypadku linii dłuższej	

- Przepięciami atmosferycznymi indukowanymi, przepięciami przepuszczonymi przez pierwszy stopień ochrony lub generowanymi przez inne źródła zakłóceń. Należy stosować układy ochrony przepięciowej odporne na działanie:
 - napięć udarowych o wartościach szczytowych od kilkuset V do kilku kV i kształcie 1,2/50,
 - prądów udarowych o wartościach szczytowych od kilkuset A do kilku kA (do 10 kA) i kształcie 8/20.

Należy zaznaczyć, że na działanie prądów piorunowych narażone są tylko te urządzenia do których dochodzą przewody wychodzące na zewnątrz obiektu budowlanego. Na podstawie istniejącego zagrożenia, poziomu odporności udarowej urządzeń oraz ich rozmieszczenia w obiekcie można określić liczbę stopni ochronnych w systemie przesyłu sygnałów.

W przypadku urządzeń o odporności udarowej wejść sygnałowych na poziomie ponad 1000V można zastosować układ jednostopniowy (jeden lub dwa odgromniki gazowane).

Urządzenie o odporności udarowej od strony wejść sygnałowych poniżej 1000 V wymagają pojedynczego wielostopniowego układu ochronnego lub dwóch odpowiednio rozmieszczonych układów ochronnych.

Pierwszy z nich będzie umieszczony w miejscu wprowadzania przewodów do obiektu, a drugi bezpośrednio przed urządzeniem (rys.5a i 6a.). Taki układ ochrony zalecany jest w przypadku urządzenia umieszczonego wewnątrz obiektu.

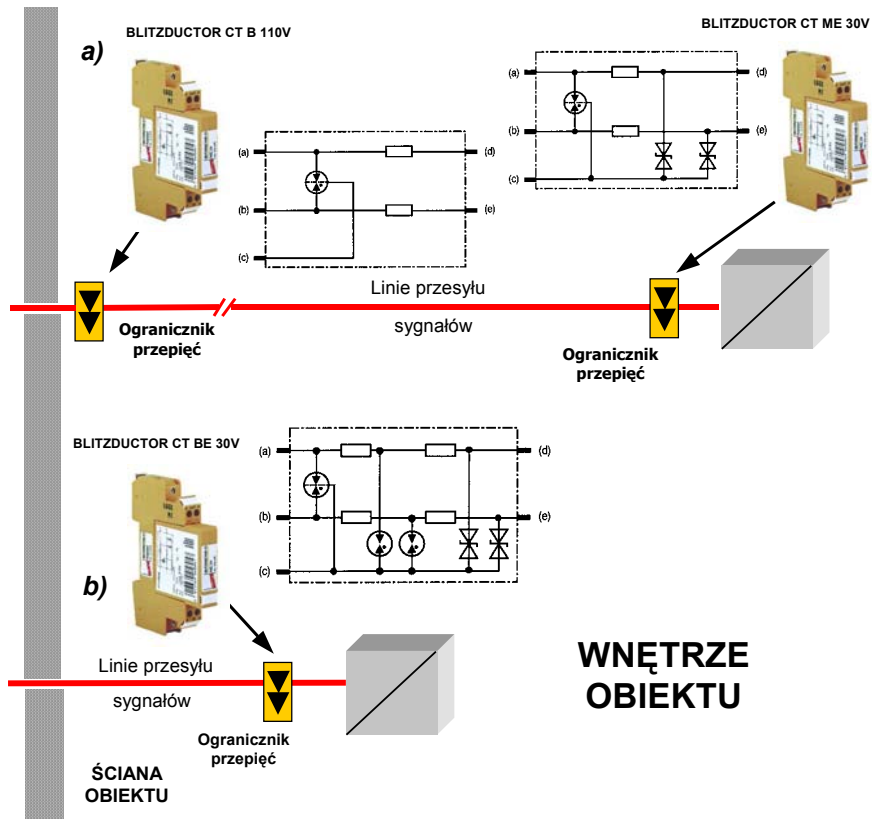
W przypadku urządzeń instalowanych w pobliżu miejsc wprowadzania przewodów do obiektu można zastosować jeden wielostopniowy (najczęściej trójstopniowy) ogranicznik przepięć (rys.5b i 6b).

Do ochrony przed przepięciami powstającymi w liniach przesyłu sygnałów nie wychodzących poza obiekt budowlany można zastosować jednostopniowe (układy diod) lub dwustopniowe (ograniczniki gazowane i diody) układy ochronne.

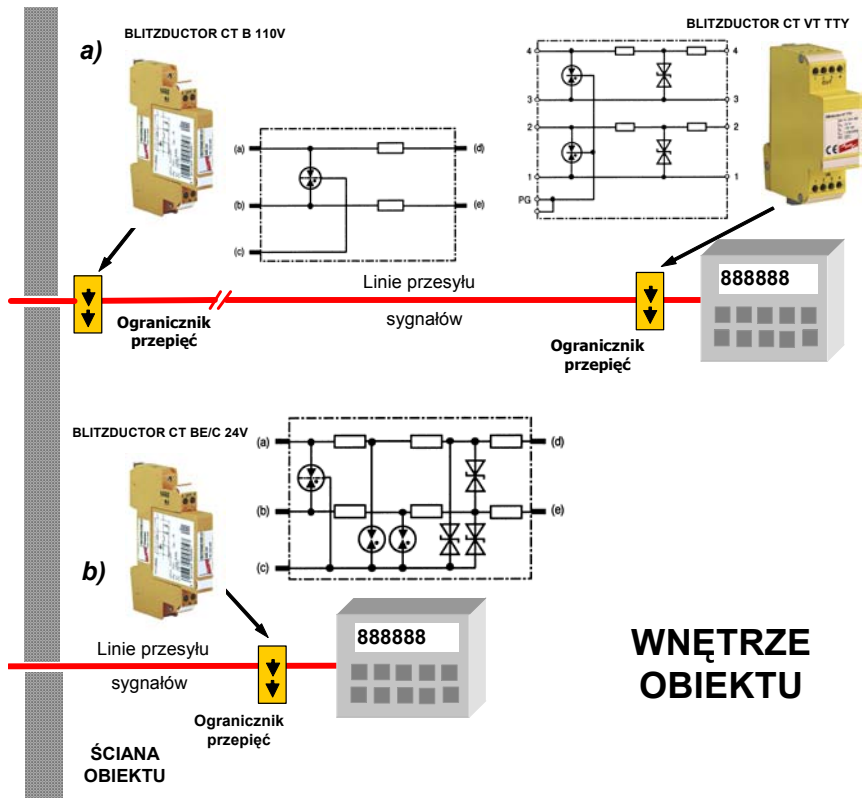
Przykład ochrony w układzie 4- przewodowym RS 485 w przypadku przewodów wychodzących poza budynek i rozmieszczonych w budynku przedstawia rys.7.

W zależności od sposobu przesyłu sygnałów należy uwzględnić poziom ograniczenia udarów w układach przewod - przewód lub przewód – ziemia.

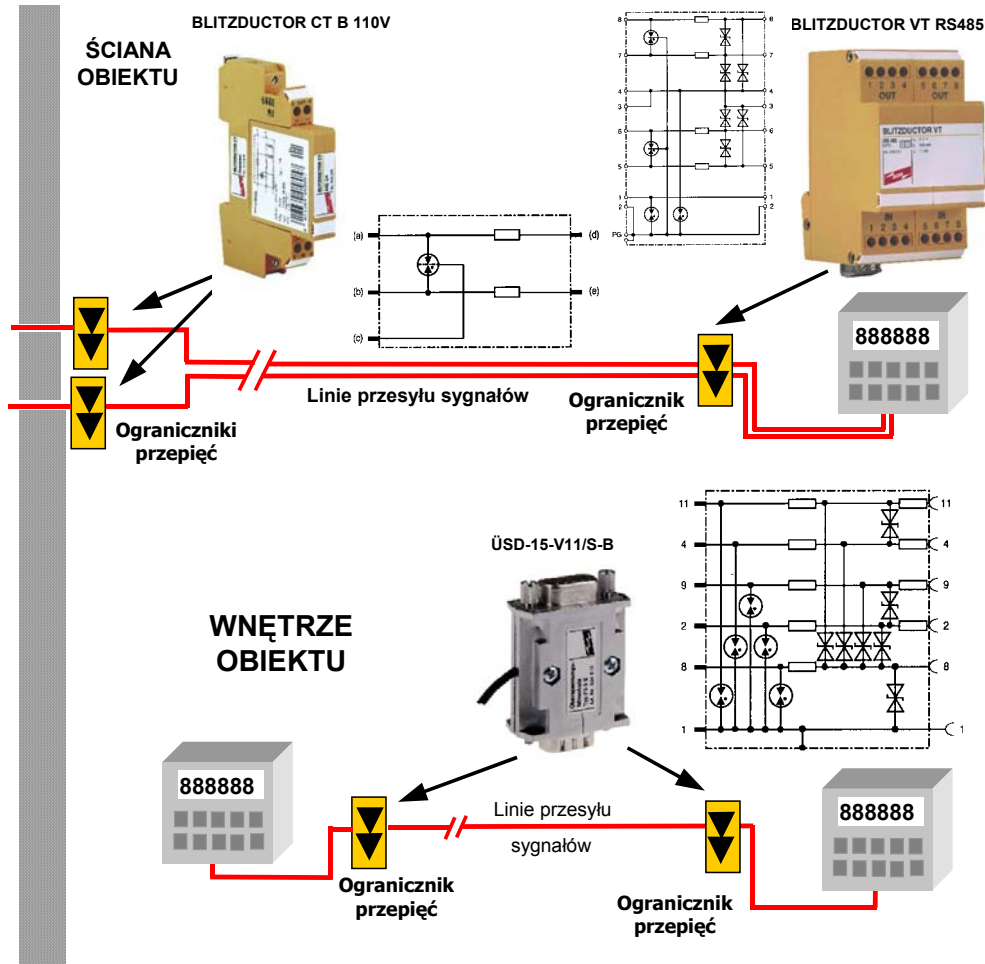
Należy również uwzględnić zalecenia dotyczące możliwości łączenia ekranów przewodów z lokalnymi systemami wyrównywania potencjałów. Jeśli znamionowe warunki pracy zalecają izolowanie ekranu przewodu dochodzącego do urządzenia należy, w celu wyrównywania różnic potencjałów występujących np. podczas piorunowego wyładowania doziemnego, połączyć przy pomocy odgromnika gazowanego ekran z lokalnym punktem wyrównywania potencjałów.



Rys. 5. Przykładowe rozwiązania ochrony dla pojedynczej pętli prądowej 0-20 mA wykorzystującego wielostopniowe ogranicznik typu **BLITZDUCTORY CT** a) system "rozłożony" dwu ograniczników, b) „skupiony” system jednego ogranicznika



Rys.6. Przykładowe rozwiązania ochrony łącza TTY z wejściową izolacją optyczną wykorzystującego wielostopniowe ogranicznik typu **BLITZDUCTORY CT** a) system "rozłożony" dwu ograniczników, b) „skupiony” system jednego ogranicznika



Rys.7. Ochrona łączy RS 485, RS 422 (układ 4-ro przewodowy) w przypadku linii przychodzących spoza obiektu i ułożonych w obiekcie.

W końcowym etapie analizy należy ocenić poprawność ochrony w instalacji elektrycznej.

Dodatkowo należy zwrócić uwagę na ochronę przez różnicami potencjałów powstających pomiędzy :

- przewodami w poszczególnych instalacjach dochodzących do urządzenia,
- pomiędzy różnorodnymi instalacjami dochodzącymi do urządzenia.

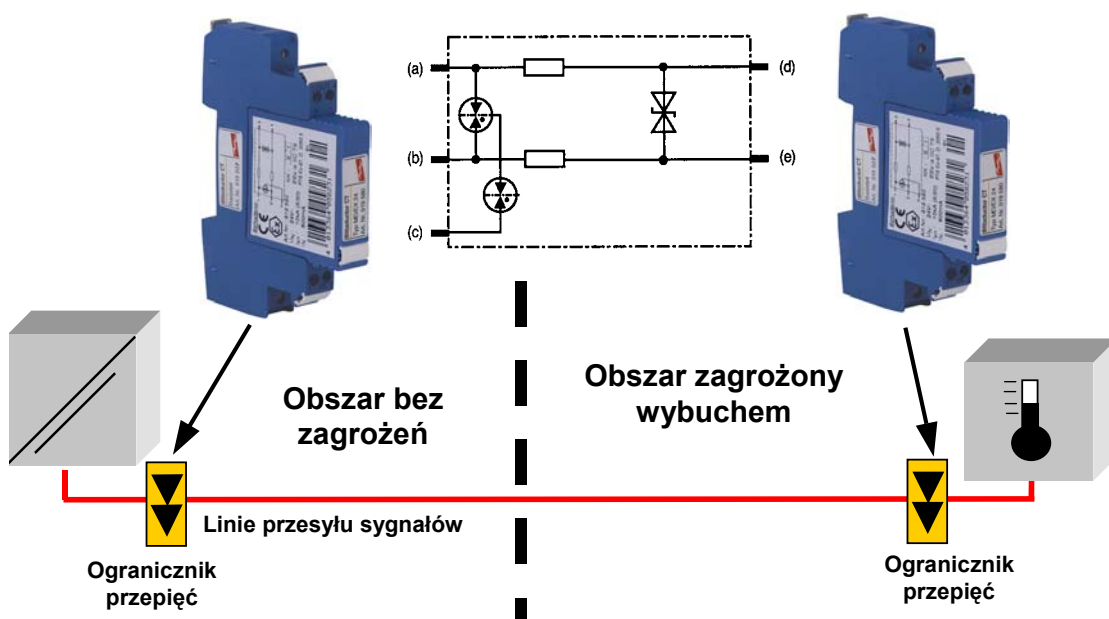
Zestawienie ograniczników przeznaczonych do ochrony przed przepięciami w różnych standardach transmisji sygnałów zestawiono w tablicy 3.

Tablica 3. Ograniczniki w różnych standardach transmisji sygnałów

Interfejs	Pętla prądowa	RS-422A	RS-485	TTY	TTL
Przykładowe typy ograniczników przepięć produkcji firmy DEHN	*CT BE 24V,30V *CT ME 24V,30V FDK/2	* CT BE/C 5V * CT ME/C 5V * VT RS485 USD-15-V11 FS 15E	* CT BD/HF 5V * CT MD/HF 5V MM-DS/D-HFD	* CT BE/C * CT ME/C * VT TTY USD-25-TTY	* CT BE 12V * CT ME 12V USD-25-V24 FS 9E-HS MM-DS/D-NFE

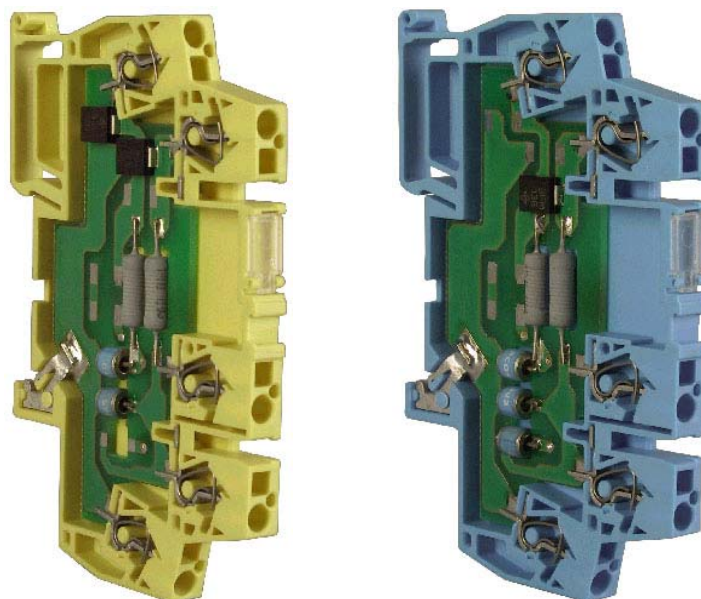
* - oznacza różne typy ogranicznika **BLITZDUCTOR**

Istnieje również możliwość stosowania ograniczników przepięć typu **BLITZDUCTOR MD/EX** w torach sygnałowych iskrobezpiecznych (rys.8.).



Rys.8. Ograniczniki przepięć **BLITZDUCTOR CT MD/EX** w obwodzie iskrobezpiecznym

W przypadku konieczności ochrony znacznej liczby portów sygnałowych i ograniczonego miejsca na montaż układów ograniczających przepięcia można zastosować ograniczniki **DEHNconnect** o grubości 6 mm (rys.9.).



Rys. 8 . Ograniczniki **DEHNconnect DCO** przeznaczone do ochrony wejść sygnałowych

3. Zakończenie

Postępując zgodnie z przedstawionymi zasadami można zapewnić bezawaryjne działanie wszystkich urządzeń automatyki przemysłowej nawet w przypadku bezpośredniego uderzenia piorunu w obiekt i wystąpienia zagrożenia jakie stwarza bezpośrednie oddziaływania prądu piorunowego.

Bardzo często użytkownik, ze względów ekonomicznych, wymaga jedynie zapewnienia bezawaryjnego działania wybranych urządzeń w danym systemie zakładając możliwość uszkodzenia po-

szczególnych urządzeń lub czujników. W takim przypadku można ograniczyć zakres ochrony, ale należy wykonywać to bardzo rozważnie uwzględniając również przedstawione zasady doboru ograniczników przepięć.

4. Literatura

1. Missala T.: *Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń energoelektroniki. Wymagania dotyczące odporności na zakłócenia elektromagnetyczne*. Przegląd Elektrotechniczny nr 7, 1997.
1. Lutz M. Nedtwing J.: *Certyfikat CE w zakresie Kompatybilności Elektromagnetycznej: praktyczny poradnik, Warszawa, ALFE-WEKA 1997*.
2. **PN-86/E-05003/01**: *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne*.
3. **PN-IEC 61024-1**: *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne*
4. **PN-IEC 61312-1:2001**, *Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym Część 1. Zasady ogólne*.
5. **PN-IEC 61024-1-2**. *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych*.
6. **PN-IEC 1131-2**: *Sterowniki programowalne, Arkusz 2: Wymagania i badania dotyczące sprzętu*.
7. **PN-IEC 60364-4-443**. *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przez przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi*.
8. **PN-EN 50082-1:1996**, *Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania ogólne dotyczące odporności na zakłócenia. Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko przemysłowe*.
9. **PN-EN 50082-2**: *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Wymagania ogólne dotyczące odporności na zaburzenia – środowisko przemysłowe*.