

Ograniczanie przepięć w systemach kontrolno-pomiarowych

Andrzej Sowa

Stosowanie elektronicznych urządzeń nadzorujących działanie i sterujących pracą rozbudowanych systemów automatyki przemysłowej stwarza potrzebę ich ochrony przed przepięciami wywołanymi przez wyładowanie piorunowe oraz różnorodne stany nieustalone w sieci elektroenergetycznej.

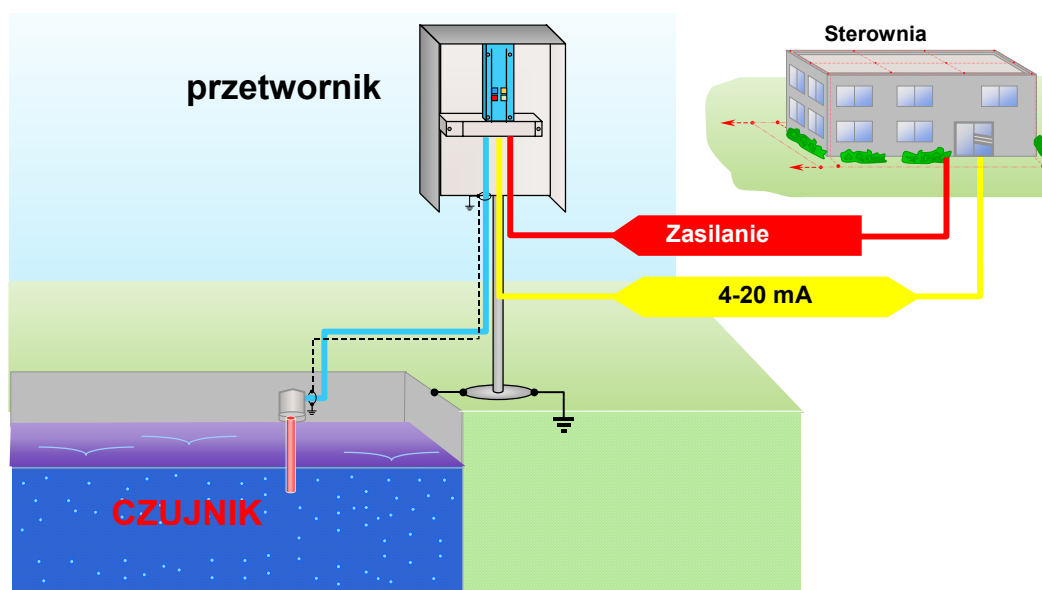
Problem jest szczególnie istotny w przypadku systemów elektronicznych do których dochodzą długie linie przesyłu sygnałów z zewnątrz obiektów budowlanych.

Zapewnienie pewnej i niezawodnej ochrony przepięciowej takich systemów wymaga zastosowania ograniczników przepięć zarówno w obiektach budowlanych jak i przed czujnikami, przetwornikami oraz elementami wykonawczymi znajdującymi się na zewnątrz tych obiektów.

Poniżej przedstawione zostaną szczegółowe zasady ochrony przepięciowej typowych przetworników stosowanych w systemach elektronicznych do przetwarzanie różnorodnych zmierzonych sygnałów na sygnały analogowe 0 ... 20 mA lub 4 ... 20 mA.

Ogólne zasady ochrony przetworników

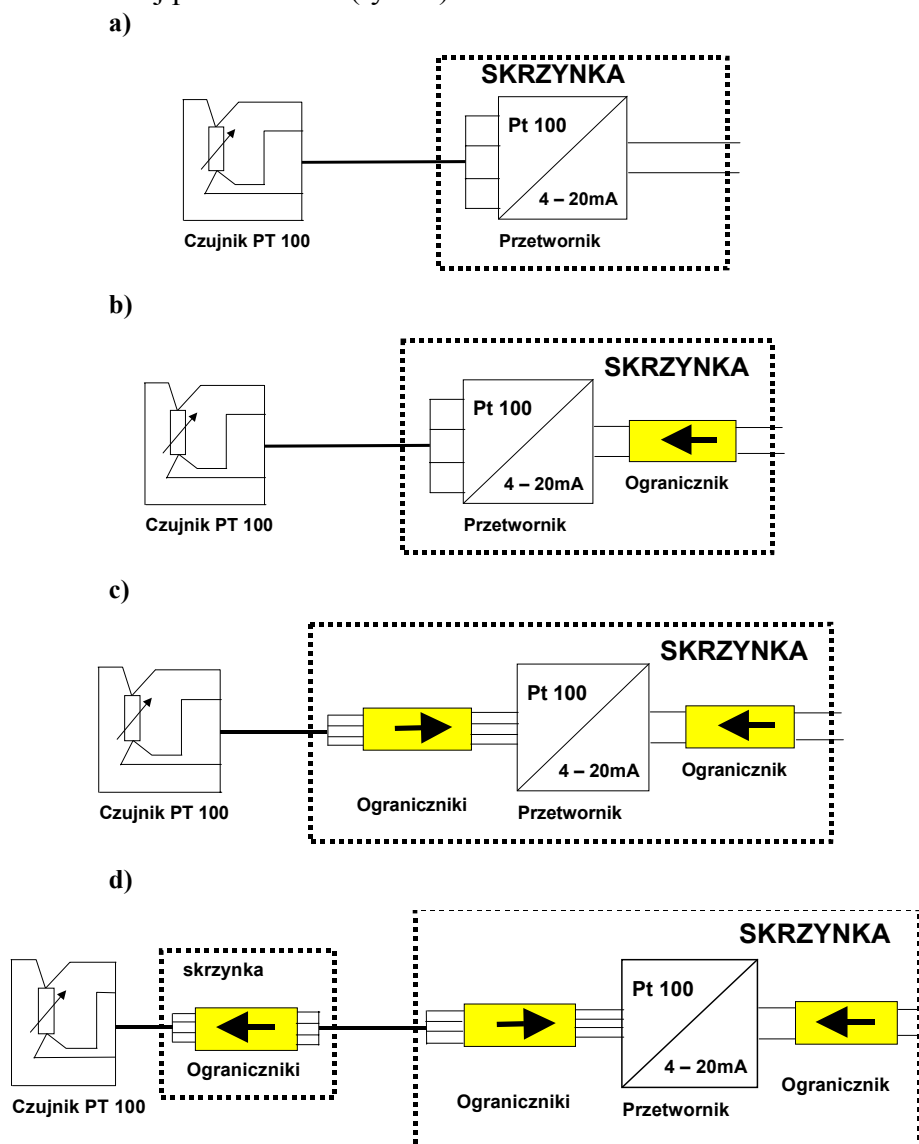
Podstawowe zasady ochrony przedstawione zostaną na przykładzie systemu pomiaru temperatury, w którym czujnik znajduje się na zewnątrz obiektu budowlanego (rys.1.).



Rys. 1. Ogólny przykład analizowanego układu pomiarowego

W typowych układzie (rys.2.a) przetwornik umieszczony w skrzynce w sąsiedztwie czujnika narażony jest na działanie przepięć dochodzących z pętli prądowej oraz przewodów zasilających.

W obwodach tych należy zastosować ograniczniki obniżające napięcia do wartości leżących poniżej odporności udarowej przetwornika (rys.2b).



Rys.2. Ogólne zasady ochrony przepięciowej przetwornika na przykładzie układu pomiaru temperatury; a) układ pomiarowy, b) ochrona od strony pętli prądowej, c) ochrona od strony pętli prądowej oraz czujnika, d) kompleksowa ochrona przetwornika i czujnika.

Jeśli skrzynka z przetwornikiem znajduje się z znacznej odległości od czujnika lub czujnik narażony jest na skoki potencjałów to należy dodatkowo zastosować ograniczniki liniach dochodzących od czujnika do przetwornika (rys.2c).

W systemach od których wymagane jest pewne i niezawodne działanie, ochroną przed przepięciami powinny również zostać objęte czujniki temperatury (rys.2d). Ograniczniki można umieścić w dodatkowej skrzynce w sąsiedztwie czujnika.

Określając poziomy odporności udarowej przetworników należy uwzględnić wymagania dotyczące odporności udarowe sprzętu pomiarowego i sterowania.

Informacje o poziomach odporności udarowej urządzeń powinny być dostarczane przez ich producentów.

W przypadku symulacji zagrożeń wywołanych przez wyładowanie piorunowe oraz stany łączeniowe lub awaryjne w sieci elektroenergetycznej urządzenia powinny być poddane testom na działanie udarów napięciowo-prądowych o kształcie 1,2/50- 8/20 i wartościach szczytowych przedstawionych w tablicach 1 i 2.

A. Sowa Ograniczanie przepięć w systemach kontrolno-pomiarowych

Tablica 1. Wymagania dotyczące odporności urządzeń elektronicznych na udary napięciowo-prądowe 1,2/50-8/20

Miejsce wnikania uderów	Sprzęt pomiarowy, sterowania i laboratoryjny	
	Wartość probiercza minimalna	Wartość probiercza podwyższona
WE/WY sygnalizacja i sterowanie	1 kV^{2),3)}	1 kV^{2),3)}
WE/WY jw. dołączone bezpośrednio do systemu	0,5 kV¹⁾ / 1 kV²⁾	1 kV¹⁾ / 2 kV²⁾
Zasilanie ac	0,5 kV¹⁾ / 1 kV²⁾	1 kV¹⁾ / 2 kV²⁾
Zasilanie dc	0,5 kV¹⁾ / 1 kV²⁾	1 kV¹⁾ / 2 kV²⁾

1) linia - linia

2) linia - ziemia

3) tylko w przypadku linii długiej

Tablica 2. Poziomy odporności udarowej urządzeń elektronicznych na udary napięciowo-prądowe 1,2/50-8/20 zgodnie z **NAMUR NE 21**

Specyfikacja badania	Poziomy przepięć	Badania zgodnie z normą
Linie sygnałowe, cyfrowe, pomiarowe oraz sterujące		
Przewód - ziemia Przewód - przewód	1 000 500	EN 61000- 4-5 IEC 1000-4-5
Wejściowe i wyjściowe przyłącza zasilania prądem stałym		
niesymetryczne symetryczne	1 000 500	EN 61000-4-5 IEC 1000-4-5
Wejściowe i wyjściowe przyłącza zasilanie prądem zmiennym		
niesymetryczne symetryczne	2 000 2 000	EN 61000-4-5 IEC 1000-4-5

Uwzględniając przedstawione informacje, w pętli prądowej 0-20 mA dochodzącej do czujnika należy zastosować ograniczniki, które:

- zapewniają ograniczanie przepięć do poziomów:
 - poniżej 500 V pomiędzy przewodami obwodu sygnałowego,
 - poniżej 1000 V pomiędzy przewodami obwodu sygnałowego a ekranem lub uziemionymi elementami (np. lokalnym systemem uziomowym).
- zapewniają ochronę przed działaniem prądów udarowych o następujących parametrach:
 - wartości szczytowej 10 kA i kształcie 8/20 w przypadku linii nie narażonych na bezpośrednie działanie prądu piorunowego,

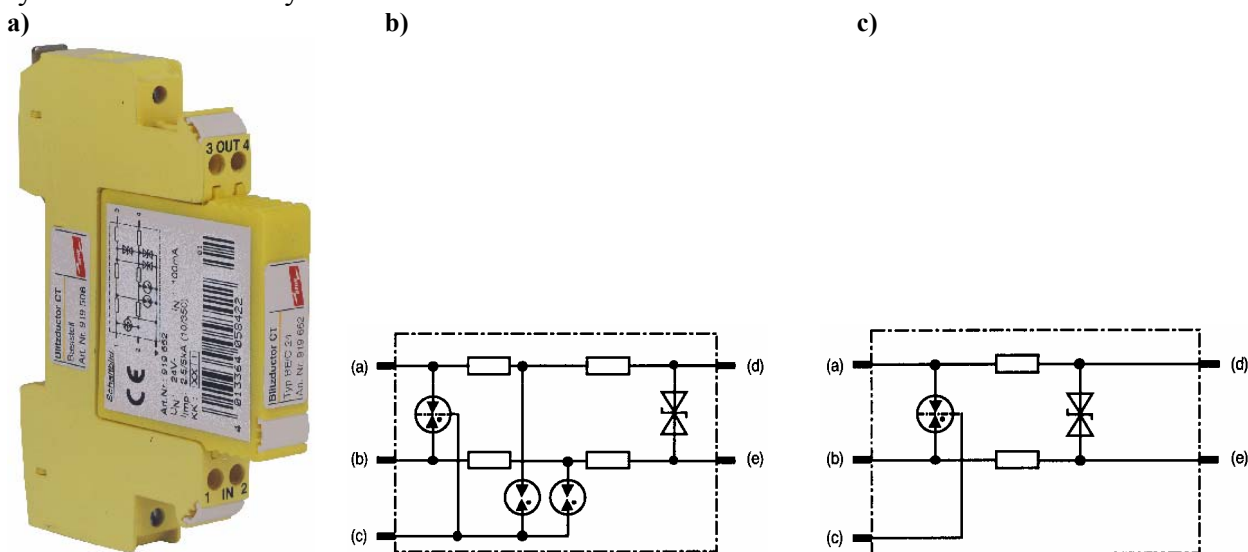
- wartości szczytowej 5 kA udaru 10/350 w przypadku linii zagrożonych bezpośrednim działaniem prądu piorunowego.
- są niewielkich rozmiarów i łatwe w montażu.

Ograniczniki przepięć w pętłach prądowych

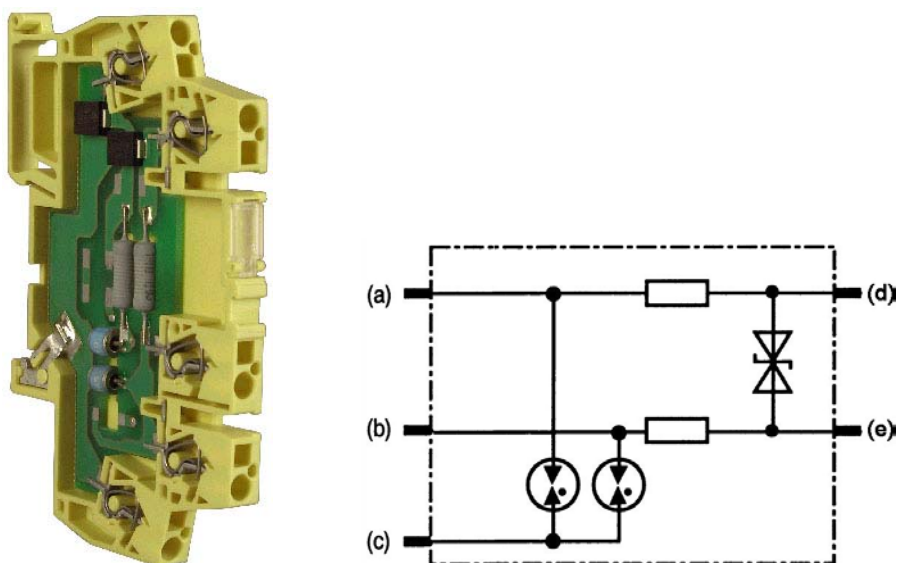
Powyższe wymagania ochrony przepięciowej spełniają ograniczniki :

- **BLITZDUCTOR CT typ BD 24 V** w liniach przesyłu narażonych na bezpośrednie oddziaływanie prądu piorunowego,
- **BLITZDUCTOR CT typ MD 24** lub **DEHNconnect RK typ MD 24** w liniach, w których powstają przepięcia atmosferyczne indukowane.

Podstawowe dane techniczne tych ograniczników oraz ich schematy zastępcze przedstawiono na rys.3 i 4 oraz w tablicy 3.



Rys.3. Widok ogólny a) i schematy ograniczników b) BLITZDUCTOR typ BD 24V, c) BLITZDUCTOR typ MD 24V



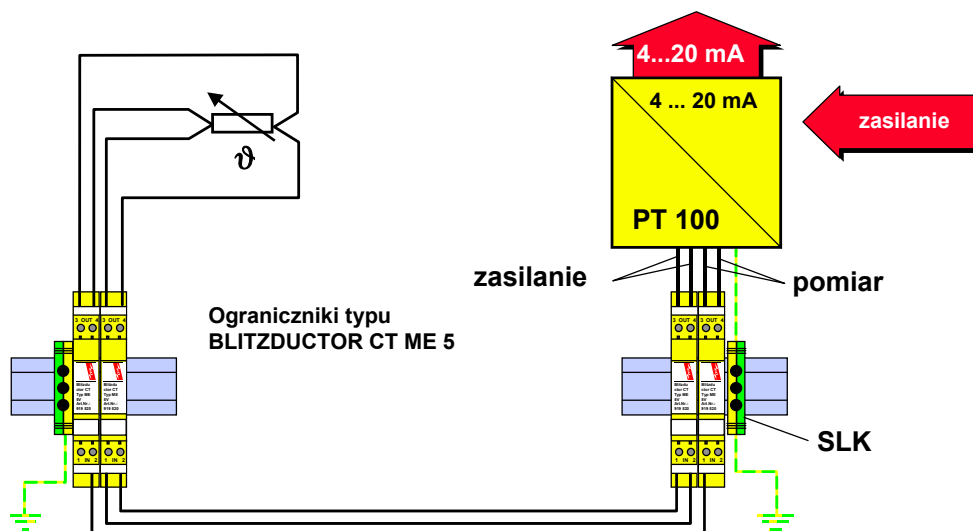
Rys.4. Widok ogólny i schemat ogranicznika DEHNconnect RK typ MD 24 V

Tablica 3. Parametry techniczne ograniczników **BLITZDUCTOR CT** typ **BD 24V** i **MD 24V** oraz **DEHNconnect RK MD 24V** przeznaczonego do ograniczania przepięć w pętłach prądowych

Parametry techniczne	Wartości parametrów ogranicznika		
	BLITZDUCTOR CT		DEHNconnect RK
Typ ogranicznika	BD 24V	MD 24V	MD 24V
Napięcie znamionowe U_N	24V-	24V-	24B-
Największe napięcie trwałej pracy	26,8 V-	26,8 V-	33V-
Prąd znamionowy	1000mA	1000mA	500 mA
Piorunowy prąd udarowy 10/350 na żyłę całkowity	2,5kA 5kA	---	---
Znamionowy prąd udarowy 8/20 i_{ud} na żyłę całkowity	20 kA 20 kA	10 kA 10 kA	5 kA 10 kA
Poziom ochrony przy prądzie znamionowym i_{ud} żyła/żyła	$\leq 40 V$	$\leq 45 V$	$\leq 50 V$
Poziom ochrony przy $1 kV/\mu s$ żyła/żyła żyła/ziemia	$\leq 35V$ $\leq 600 V$	$\leq 35V$ $\leq 600 V$	$\leq 45V$ $\leq 650 V$
Pojemności ogranicznika żyła/żyła żyła/ziemia	1,3 nF 7 pF	1,3 nF 6 pF	1 nF 5 pF
Szerokość	12 mm		6 mm
Forma montażu - moduł na szynę DIN 35mm			

W przypadku podwyższonych najwyższych napięć roboczych należy zastosować ograniczniki **BLITZDUCTOR CT** typ **BD 30** lub typ **MD 30**.

Jak już wspomniano, jeśli zachodzi konieczności ochrony przetwornika przed przepięciami dochodzącymi z linii od strony czujnika oraz samego czujnika należy zastosować ograniczniki w układzie przedstawionym na rys.5.



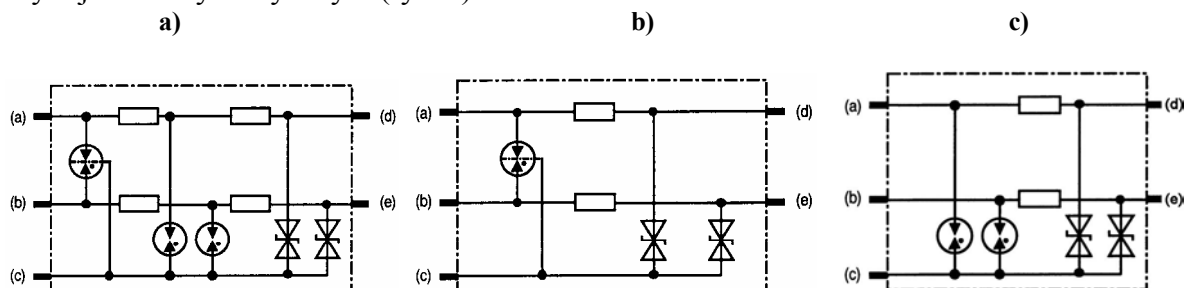
Rys.5. Ochrona przepięciowa czujnika i przetwornika od strony obwodu pomiarowego

A. Sowa Ograniczanie przepięć w systemach kontrolno-pomiarowych

Dobierając ograniczniki do tych torów sygnałowych należy uwzględnić parametry przesyłanego sygnału, odporność udarową przetwornika i czujnika oraz istniejące zagrożenie.

W analizowanych systemach pomiarowych do ochrony typowych czujników temperatury (np. PT 100, PT 1000) można zastosować ograniczniki typu BLITZDUCTOR CT typ BE 5 lub ME 5 (schematy tych ograniczników przedstawia rys. 6).

Jeśli nie posiadamy informacji o odporności udarowej przetworników można zastosować ograniczniki, które zapewniają obniżenie przepięć do poziomów poniżej 500V zarówno w układzie symetrycznym jak i niesymetrycznym (rys.6.).



Rys.6. Widok ogólny i schematy ograniczników a) BLITZDUCTOR CT typu BE 24, b) BLITZDUCTOR CT typ NE 24 V, c) DEHNconnect RK typ ME 24

Podstawowe parametry takich ograniczników, które można zastosować w pętli prądowej zestawiono w tabelicy 4.

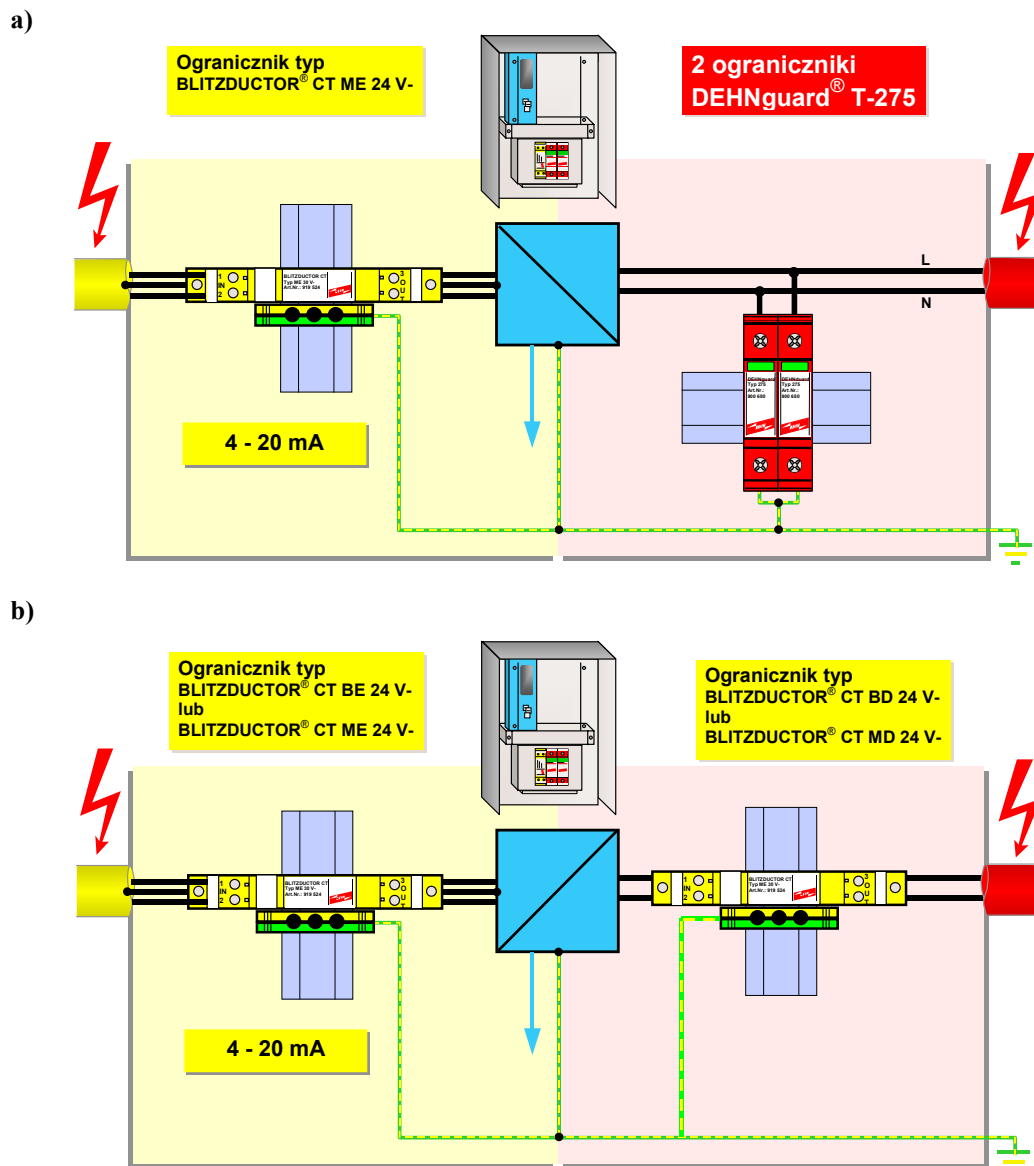
Tabela 4. Parametry techniczne ograniczników **BLITZDUCTOR CT typ BE 24V i ME 24V** oraz **DEHNconnect RK ME 24V** przeznaczonego do ograniczania przepięć w pętlach prądowych

Parametry techniczne	Wartości parametrów ogranicznika		
	BLITZDUCTOR CT		DEHNconnect RK
Typ ogranicznika	BE 24V	ME 24V	ME 24V
Napięcie znamionowe U_N	24V-	24V-	24B-
Największe napięcie trwałej pracy	26,8 V-	26,8 V-	33V-
Prąd znamionowy	1000mA	1000mA	500 mA
Piorunowy prąd udarowy 10/350 na żyłę całkowity	2,5kA 5kA	---	---
Znamionowy prąd udarowy 8/20 i_{ud} na żyłę całkowity	20 kA 20 kA	10 kA 10 kA	5 kA 10 kA
Poziom ochrony przy prądzie znamionowym i_{ud} żyła/żyła żyła/ziemia	$\leq 90 V$ $\leq 45 V$	$\leq 100 V$ $\leq 80 V$	$\leq 110 V$ $\leq 65 V$
Poziom ochrony przy 1 kV/ μs żyła/żyła żyła/ziemia	$\leq 70V$ $\leq 35 V$	$\leq 70V$ $\leq 35 V$	$\leq 90V$ $\leq 45 V$
Pojemności ogranicznika żyła/żyła żyła/ziemia	0,7 nF 1,3 nF	0,7 nF 1,3 nF	0,5 nF 1,0 nF
Szerokość	12 mm		6 mm
Forma montażu - moduł na szynę DIN 35mm			

Ochrona przepięciowa linii zasilających

Przetworniki należy również chronić przed przepięciami dochodzącymi z linii zasilających o napięciu 230 V AC lub 24 V DC.

Ogólne schematy połączeń ograniczników chroniących przetworniki przed przepięciami występującymi w instalacji elektrycznej i pętach prądowych przedstawiono na rys.7.



Rys.7. Ochrona przetwornika od strony zasilania oraz wejścia 4...20mA

- a) zasilanie 230 V AC,
b) zasilanie 24 V DC

Do ochrony przed przepięciami dochodzącymi od strony zasilania należy zastosować:

- zasilanie 230 V AC - typowe ograniczniki stosowane w instalacji elektrycznej
- zasilanie 24 V DC - ograniczniki typu BLITZDUCTOR CT o właściwościach ochronnych analogicznych jak w przypadku pętli prądowej .

Ograniczniki przepięć należy montować na uziemionej szynie 35 mm. Ekrany powinny być uziemione lub połączone z lokalnym systemem uziomowym przez iskierniki (jeśli uziemienie ekranów jest niezalecane).

Przedstawione rozwiązania dotyczą tylko ochrony przepięciowej przetworników wielkości pomiarowych.

Z przetworników sygnały przesyłane są do sterowników lub urządzeń rejestrujących zmiany wielkości mierzonej. Zapewnienie pewnej i niezawodnej ochrony wymaga również objęcia ochroną przepięciową tych urządzeń.

LITERATURA

1. Missala T.: *Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń energoelektroniki. Wymagania dotyczące odporności na zakłócenia elektromagnetyczne*. Przegląd Elektrotechniczny nr 7, 1997.
2. Lutz M. Nedtwing J.: *Certyfikat CE w zakresie Kompatybilności Elektromagnetycznej: praktyczny poradnik*, Warszawa, ALFE-WEKA 1997.
3. **PN-IEC 61024-1**: *Ochrona odgromowa obiektów budowanych. Zasady ogólne*
4. **PN-IEC 61312-1:2001**, *Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym Część 1. Zasady ogólne*.
5. **Pr 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*.
10. **NAMUR NE 21** . *Elektromagnetische Vertraglichkeit von Betriebsmitteln der Process- und Labortechnik*.
11. **EN 61326-1**. *Electrical equipment for measurements, control and laboratory use – EMC requirements. Part 1. General principle*