

OGRANICZANIE PRZEPIĘĆ W SYSTEMACH PRZESYŁU SYGNAŁÓW



Ograniczniki przepięć przeznaczone do ochrony sterowników przemysłowych typu S7-300

Andrzej Sowa

Wprowadzanie do procesów produkcyjnych specjalistycznych i wysokowydajnych urządzeń narzuciło konieczność wymiany stycznikowych elementów w systemach sterowania na układy cyfrowe, które są tanie w eksploatacji i umożliwiają kompleksowe prowadzenie sterowania i kontroli nawet bardzo skomplikowanych procesów produkcyjnych. Z pewnością najbardziej rozpowszechnionymi przedstawicielami elektroniki przemysłowej są sterowniki. Niestety cechą charakterystyczną sterowników jest zmniejszona, w porównaniu z elementami stycznikowymi, odporność na działanie napięć i prądów udarowych.

Zagrożenie przepięciowe sterowników

Zapewnienie poprawnego i bezawaryjnego działania sterowników w środowisku przemysłowym wymaga:

- przeanalizowania źródeł stwarzających zagrożenie udarowe,
- posiadania informacji o poziomach odporności udarowej sterowników,
- stworzenia, wykorzystując obowiązujące zalecenia i normy, adekwatnego do występującego zagrożenia, systemu ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej.

W zautomatyzowanych zakładach przemysłowych optymalnym, pod względem ekonomicznym oraz niezawodnym w działaniu, rozwiązaniem jest zastosowanie tzw. **strefowej koncepcji ochrony odgromowej przeciwprzepięciowej [1,2]**. W myśl tej koncepcji wewnątrz obiektu należy utworzyć strefy, w których poziomy narażeń impulsowych nie mogą przekraczać określonych wartości.

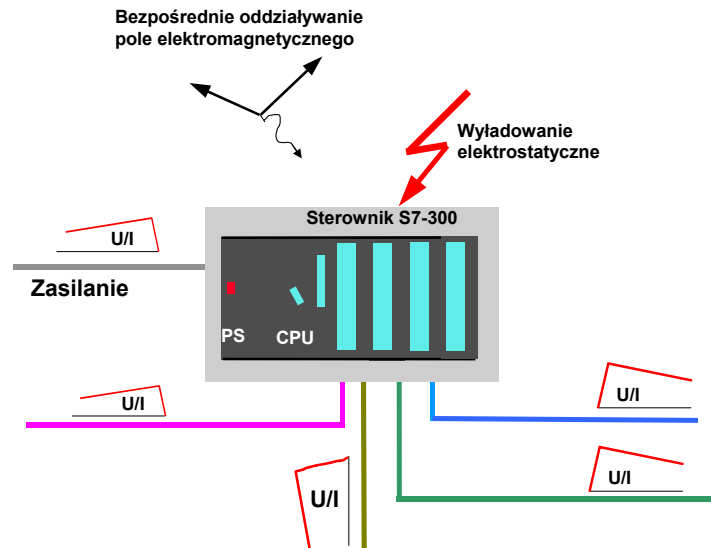
Urządzenia elektryczne i elektroniczne przeznaczone do pracy w danej strefie należy dobierać w taki sposób, aby ich poziomy odporności udarowej były wyższe wartości udarów jakie są dopuszczalne w tej strefie.

Analizując zagrożenie udarowe w środowisku przemysłowym należy uwzględnić zagrożenia stwarzane przez prądy/napięcia udarowe dochodzące do sterowników z instalacji elektrycznej oraz z linii przesyłu sygnałów.

W niektórych przypadkach powinny być również rozważane zagrożenia stwarzane przez wyładowania elektrostatyczne oraz impulsowe pole elektromagnetyczne oddziałujące bezpośrednio na sterowniki. Przykład występującego zagrożenia przedstawiono na rys. 1.

Uwzględniając powyższe zagrożenia, przedstawione zostaną zasady ochrony sterowników przemysłowych. Szczegółowy dobór ograniczników w instalacji elektrycznej oraz w systemach przesyłu sygnałów przedstawiony zostanie na przykładzie sterownika S7-300 produkowanego przez firmę SIEMENS.

Sterownik ten spełnia wszystkie wymogi odnośnie dopuszczalnych poziomów odporności udarowej [6].



Rys.1. Oddziaływanie narażeń impulsowych na sterownik przemysłowy

Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej

System ochrony instalacji elektrycznej przed oddziaływaniem prądu piorunowego należy tworzyć zgodnie z zasadami zawartymi w normach ochrony odgromowej [1,2,5] oraz zaleceniami norm dotyczących instalacji elektrycznej [7].

W przypadku tworzenia systemu ochrony przeciwprzepięciowej w instalacji elektrycznej w obiektach już istniejących należy:

- sprawdzić jakie środki ochrony odgromowej zastosowano w obiekcie (rozwiązania zewnętrznej i wewnętrznej ochrony odgromowej) oraz dokonać oględzin ich stanu aktualnego,
- określić wymagany dla danego obiektu poziom ochrony (zgodnie z zaleceniami normy PN-IEC 61024-1-1),
- wyznaczyć wymagany dla danego sterownika poziom ograniczenia przepięć w instalacji elektrycznej.

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

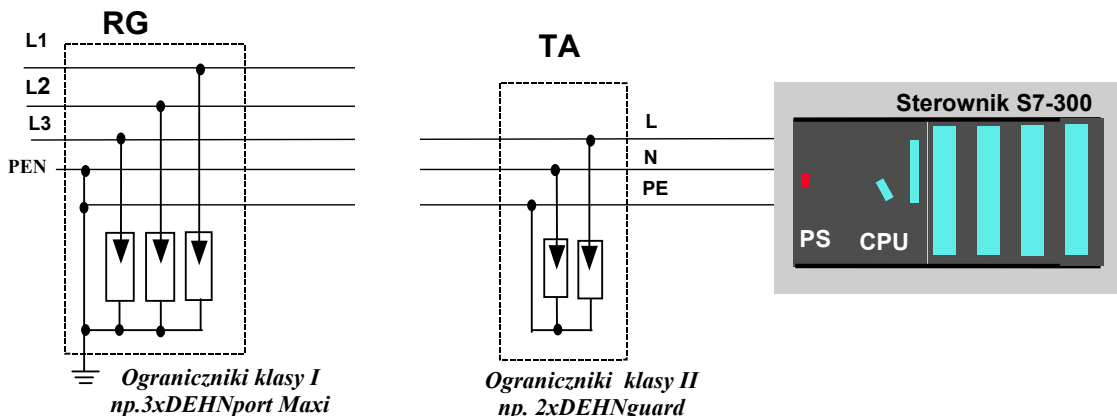
- sposób ochrony odgromowej obiektu (zastosowano instalację odgromową lub obiekt jej nie posiada),
- system sieci elektrycznej w obiekcie,
- rozmieszczenie sterowników w obiekcie,
- poziom odporności udarowej sterowników.

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

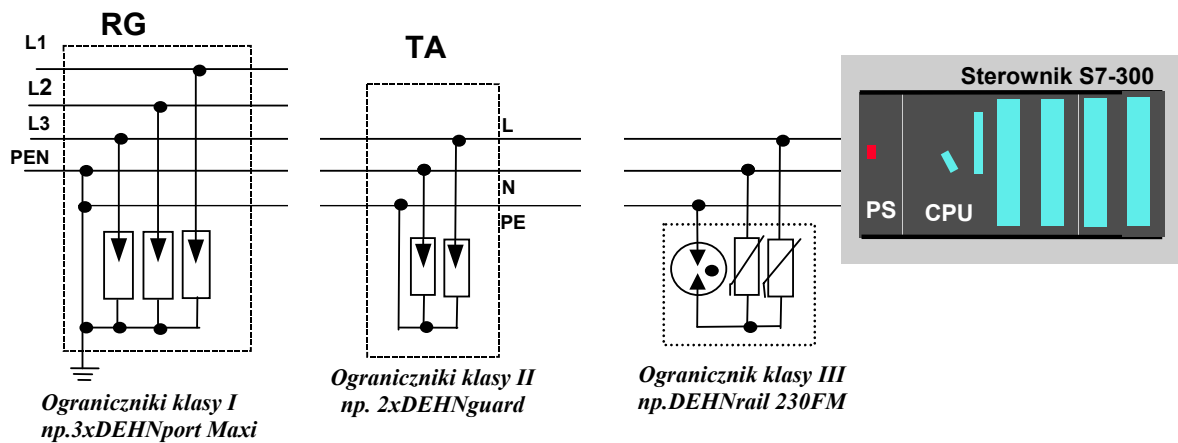
- ograniczniki przepięć klasy I instalowane w rozdzielnicy głównej, w szafce obok złącza lub w samym złączu,
- ograniczniki przepięć klasy II umieszczane w rozdzielnicach oddziałowych, tablicach rozdzielczych w obiekcie,
- ogranicznikach klasy III instalowanych przed chronionymi sterownikami, w przypadku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

Przykładowe schemat układów ograniczników w instalacji elektrycznej zakładu przemysłowego (system sieci TN-C-S) przedstawia rys. 2.

a)



b)



Rys.2. Układ połączeń ograniczników przepięć w instalacji elektrycznej zasilającej sterownik przemysłowy ; a) dwustopniowy system ograniczników, b) trójstopniowy system ograniczników,

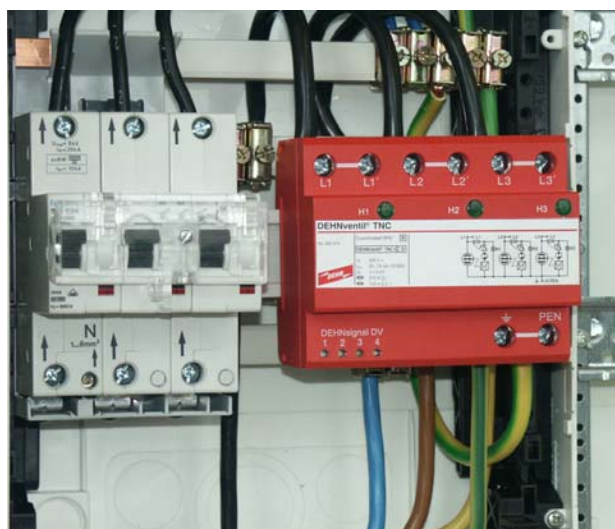
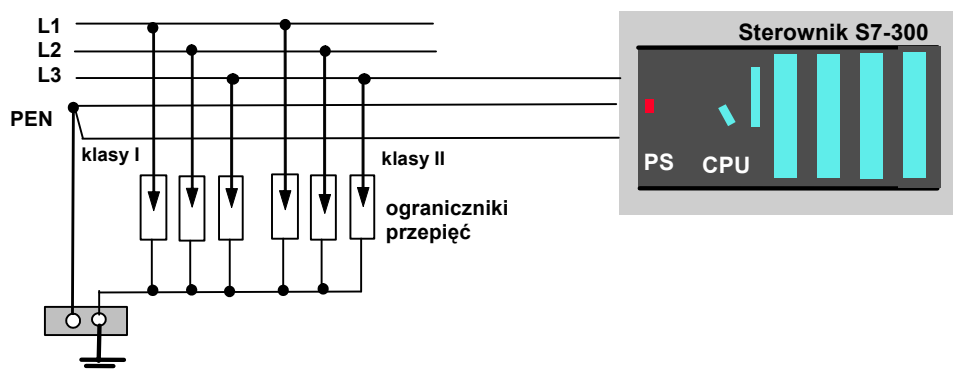
Zapewnienie poprawnego działania wielostopniowego systemu ochrony przeciwprzebieciowej wymaga skoordynowania działania poszczególnych układów ograniczników. Zapewnienie poprawnego działania wielostopniowego systemu ochrony przeciwprzebieciowej wymaga skoordynowania działania poszczególnych układów ograniczników.

Koordynację uzyskujemy zachowując odpowiednie, zalecane przez producentów, odległości pomiędzy układami ograniczników różnych klas.

W przypadku sterowników instalowanych w bliskim sąsiedztwie rozdzielnic głównej obiektu należy zastosować (rys.3.):

- ograniczniki klasy I o napięciowych poziomach ochrony poniżej 1500 V (np. DEHNventil TNC),
- ograniczniki klasy I (np. DEHNbloc Maxi), których poziom ochrony umożliwia montaż obok ograniczników klasy II (np. DEHNguard).

c)



Rys.3 Ochrona przed przebieciami sterownika zainstalowanego w sąsiedztwie rozdzielnic głównej obiektu

Jeżeli spodziewamy się występowania w instalacji elektrycznej zakłócających sygnałów wysokoczęstotliwościowych lub zaobserwujemy częste błędne działanie sterowników już zainstalowanych to należy zastosować przed sterownikiem filtry tłumiące te sygnały.

Filtr może być instalowane wspólnie z ogranicznikami klasy III, a często są nawet w jednej obudowie.

Przykładem takiego rozwiązania jest układ ochronny SPS – Protector (rys.4.).



Rys.4. Ograniczniki klasy III ; a) DEHNrail 231 FM , b) SPS- Protector ogranicznik posiadający dodatkowo filtr do tłumienia zakłóceń wysokoczęstotliwościowych

Na rys.4. przedstawiono również jednofazowy ogranicznik przepięć klasy III DEHNrail 231 FM.

Ograniczanie przepięć w systemach przesyłu sygnałów

Najczęściej przepięcia przedostają się do sterownika od strony:

- wejść i wyjść cyfrowych;
- wejść i wyjść analogowych;
- wejść analogowych specjalizowanych do współpracy z RTD, termoelementem, itp.
- wejść i wyjść transmisji danych;

Największe zagrożenie występuje jeśli linie sygnałowe dochodzące do sterownika wychodzą poza obiekt przemysłowy. W takim przypadku należy, jeśli linie nie są układane w specjalnych kanałach, dobierając ograniczniki uwzględnić zagrożenie jakie stwarza bezpośrednie oddziaływanie prądu piorunowego. Ograniczniki powinny zapewnić ochronę przed prądem udarowym o kształcie 10/350 i amplitudzie kilku kA.

W zależności od miejsca pracy ogranicznika można zastosować:

- układ dwu ograniczników, z których jeden umieszczany jest w miejscu wprowadzania przewodów (ochrona przed prądami udarowymi 10/350 i amplitudzie 2,5- 5 kA), a drugi montowany jest przed chronionym sterownikiem (ochrona przed prądami udarowymi 8/20 i amplitudzie do 10 kA).
- pojedynczy ogranicznik chroniący przed prądami udarowymi 10/350 i amplitudzie 2,5 – 5 kA.

Pierwsze rozwiązanie stosujemy do ochrony sterowników pracujących wewnątrz obiektu w znacznej odległości od miejsca wprowadzania przewodów. W drugim przypadku sterownik znajduje się w sąsiedztwie miejsca, w którym przewody wchodzi do obiektu.

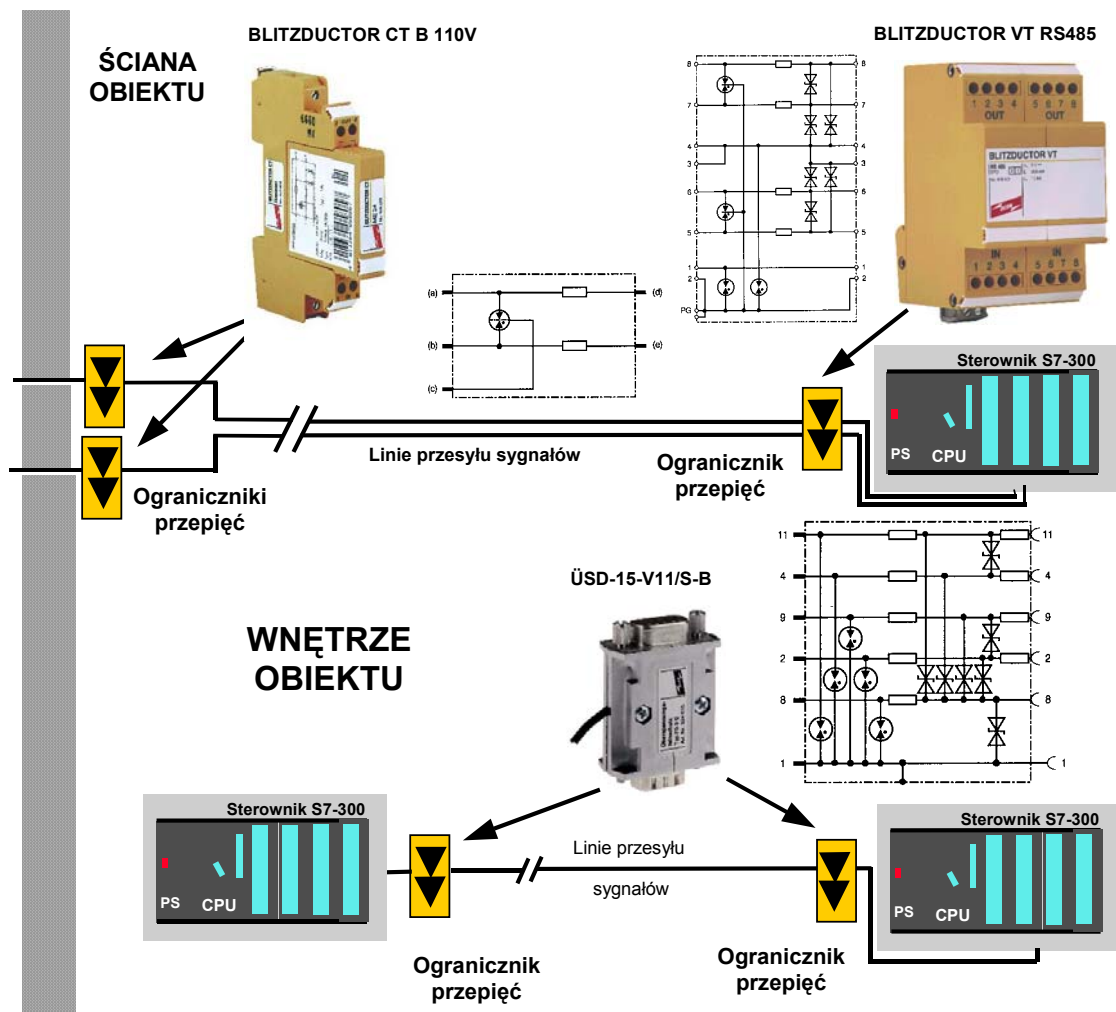
Wejścia/wyjścia transmisji danych używane są, w zależności od wielkości sterowanego procesu, do:

- załadowania programu sterującego z komputera,
- realizacji sterowania rozproszonego,
- połączeń paneli operatorskich i sterowniczych,
- połączenia z siecią LAN.

Zakładamy, że w analizowanym przykładzie do przesyłu sygnałów wykorzystywana jest transmisja szeregową realizowaną w standardach RS 485 i RS 232.

Dobierając ograniczniki przepięć do ochrony wejść/wyjść transmisji danych należy uwzględnić parametry przesyłanego sygnału, wymagania określające wartości dopuszczalne rezystancji w systemie przesyłu oraz realizacji transmisji.

Przykładowe rozwiązanie ochrony przed przepięciami łączy RS 485 w przypadku linii dochodzących z zewnątrz obiektu oraz ułożonych tylko wewnątrz obiektu przedstawiono na rys.5.



Rys.5. Ochrona łączy RS 485, RS 422 (układ 4-ro przewodowy) w przypadku linii przychodzących spoza obiektu i ułożonych w obiekcie.

Podobny sposób doboru i rozmieszczenia ograniczników można należy zastosować w przypadku ochrony przed przepięciami pozostałych wejść/wyjść sterownika.

Zalecane przez firmę DEHN typy ograniczników do systemów sygnałowych sterownika S7-300 zestawiono w tabelicy 1.

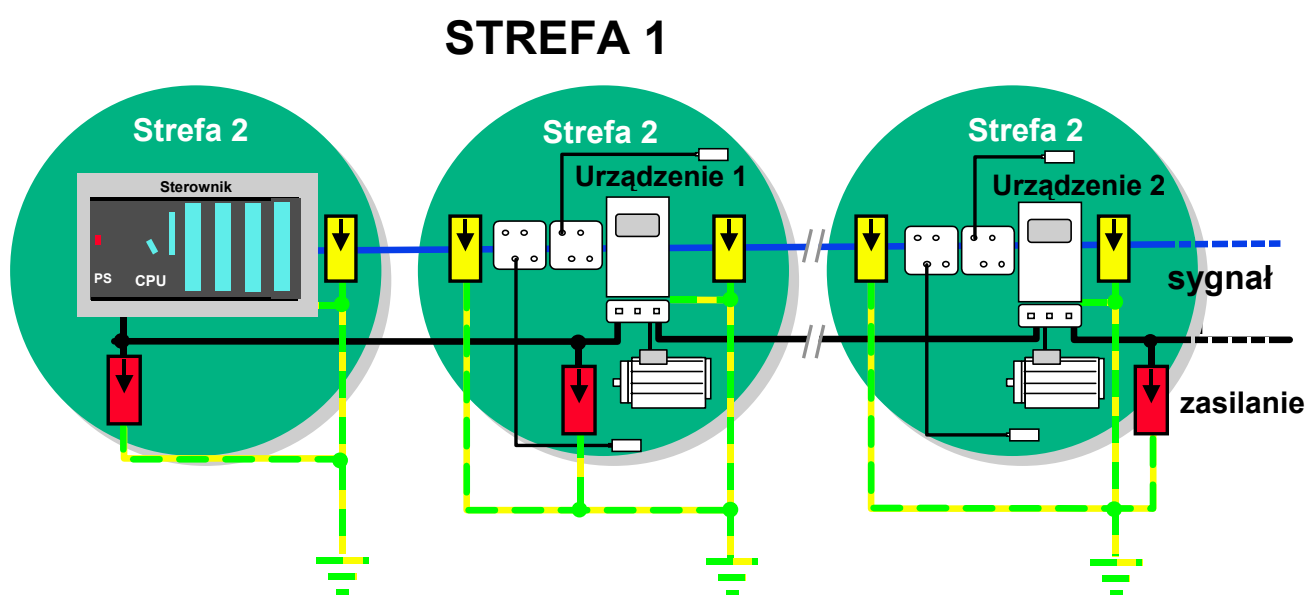
Tablica 1. Ograniczniki przepięć w systemach przesyłu sygnałów sterownika S7-300

System przesyłu sygnałów	Ograniczniki chroniące przed prądami piorunowymi (kształt 10/350 i amplitudy do 5 kA)	Ogranicznik chroniący przed prądami udarowymi (kształt 8/20 i amplitudy do 10kA)	Ogranicznik chroniący przed prądami udarowymi (kształt 8/20 i amplitudy do kilkuset A
Interfejs RS 485 RS 232 (V.24)	BLITZDUCTOR CT Typ B BLITZDUCTOR CT Typ B	BLITZDUCTOR CT Typ MD/HF BLITZDUCTOR CT Typ ME 15V	FDK/2 12 V
Wejścia/wyjścia binarne DC 24V AC 120/230	DEHNbloc/1	BLITZDUCTOR VT AD 24 DEHNguard 150V	FDK/2 24V DEHNrail 120 FM
Wejścia/wyjścia analogowe do 12V +/- do 24V +/- do 48V +/-	BLITZDUCTOR CT Typ B BLITZDUCTOR CT Typ B BLITZDUCTOR CT Typ B	BLITZDUCTOR CT Typ MD 12V BLITZDUCTOR CT Typ MD 24V BLITZDUCTOR CT Typ MD 48V	FDK/2 12V FDK/2 24V

W pierwszej z kolumn zestawiono, tworzące podstawowy stopień ochrony, ograniczniki stosowane przypadku linii sygnałowych dochodzących do sterownika z zewnątrz obiektu. W takim przypadku należy zastosować ochronę dwustopniową. Drugi stopień ochrony tworzą ograniczniki zestawione w kolumnie drugiej.

W przypadku linii ułożonych wewnątrz obiektu przemysłowego należy zastosować tylko ograniczniki z kolumny drugiej. Jeśli linie przesyłu sygnałów są krótkie ochronę można ograniczyć tylko ograniczników z kolumny 3.

W kompleksowy systemie ochrony przeciwprzepięciowej należy również wyeliminować możliwości powstania przepięć pomiędzy poszczególnymi systemami (np. instalacją elektryczną a różnorodnymi systemami przesyłu sygnałów). Ochroną przed tego rodzaju zagrożeniem jest tworzenie lokalnych systemów wyrównywania potencjałów (rys.6.).



Rys.6. Przykładowe rozwiązania strefowej ochrony przeciwprzepięciowej oraz wyrównywania potencjałów w obiekcie przemysłowym

Dobierając ograniczniki zgodnie z przedstawionymi zasadami można ochronić sterowniki przed wszelkiego rodzaju przepięciami i zapewnić ich bezawaryjne działanie nawet w przypadku zagrożeń jakie wstępują podczas bezpośredniego uderzenia piorunu w obiekty przemysłowe.

Literatura

- [1] Lutz M. Nedtwing J.: Certyfikat CE w zakresie Kompatybilności Elektromagnetycznej: praktyczny poradnik, Warszawa, ALFE-WEKA 1997.
- [2] Missala T.: Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń energoelektroniki. Wymagania dotyczące odporności na zakłócenia elektromagnetyczne. Przegląd Elektrotechniczny 7/97
- [3] Seta Z.: Sterowniki programowalne PLC w systemach automatyki, Politechnika Radomska 2000.
- [4] **PN-86/E-05003/01: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.**
- [5] **PN-IEC 1131-2: Sterowniki programowalne, Arkusz 2: Wymagania i badania dotyczące sprzętu.**
- [6] **PN-86/E-05003/01: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.**
- [7] **PN-IEC 60364-4-443:1999, Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.**
- [8] **PN-IEC 61024-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.**
- [9] **PN-IEC 61312-1:2001, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.**
- [10] **PN-IEC 61024-1-2:2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.**
- [11] **PN-IEC 61643-1:2001, Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach rozdzielczych niskiego napięcia. Część 1: Wymagania techniczne i metody badań.**
- [12] **PN-EN 61643-11:2002(U) Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 11: Urządzenia do ograniczenia przepięć w sieciach rozdzielczych niskiego napięcia. Wymagania i próby**
- [13] **PN-EN 61643-21 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych. Wymagania eksploatacyjne i metody badań**
- [14] Materiały informacyjne firmy SIEMENS „Around the world with SIMSTIC”
- [15] Materiały informacyjne firmy DEHN