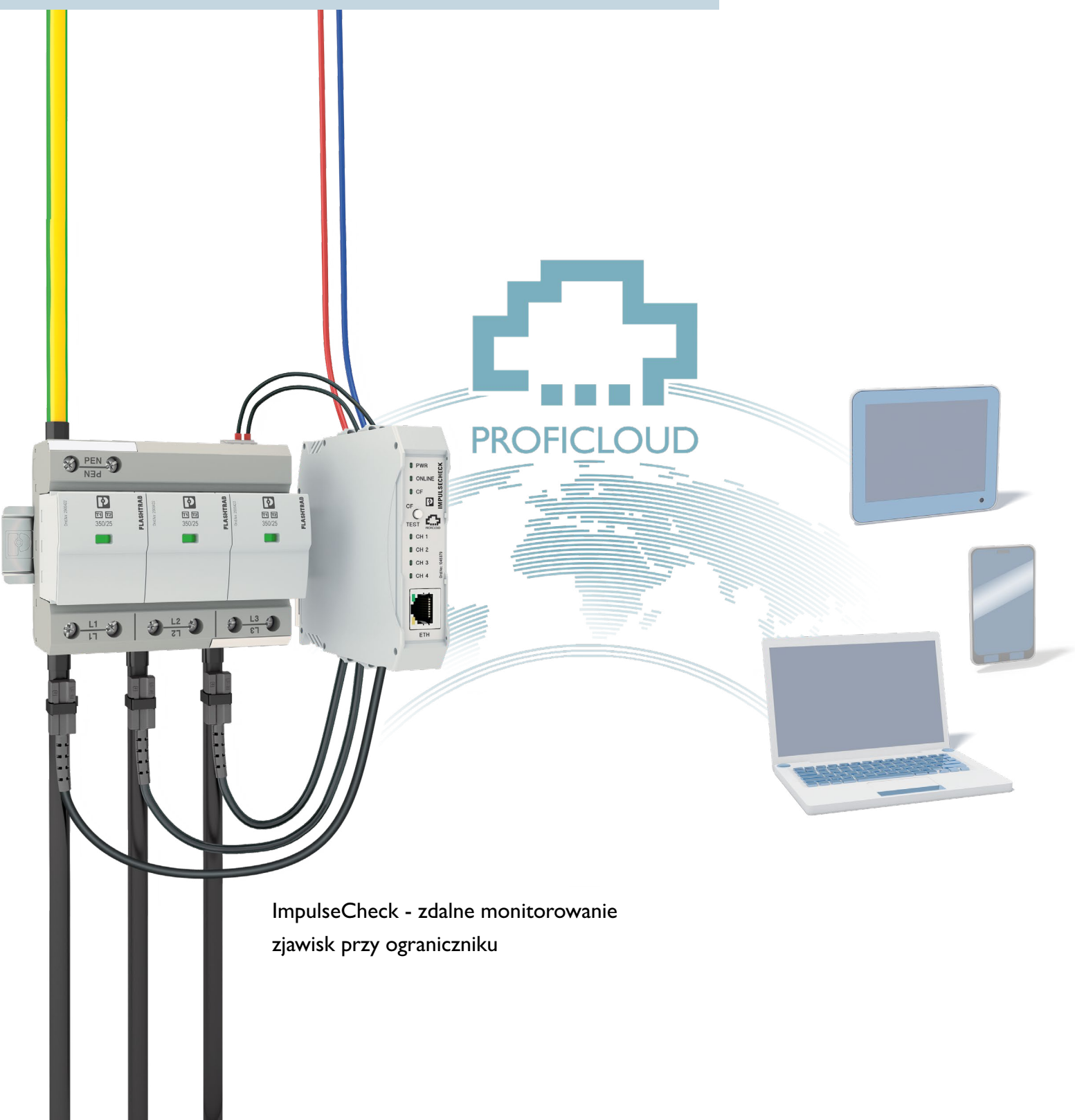




Ograniczniki przepięć w praktyce

Co każdy projektant i instalator wiedzieć powinien
o ogranicznikach przepięć do zabezpieczenia zasilania AC

Ograniczniki przepięć chronią instalację elektryczną przed przepięciami łączeniowymi (pochodzącymi od silników, falowników, styczników, ...) i pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych (bezpośrednich i pośrednich np. w bliskie drzewa czy linię przesyłową).



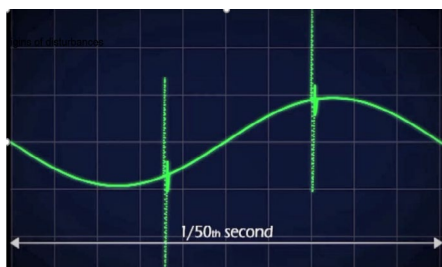
ImpulseCheck - zdalne monitorowanie zjawisk przy ograniczniku

Spis treści

1. Czym są przepięcia?	4
2. Jakie są źródła przepięć?	4
3. Jak rozprzestrzeniają się przepięcia?	6
4. Jak działa ogranicznik przepięć?	7
5. Jak normy opisują przepięcie pochodzenia atmosferycznego i od operacji łączeniowych, które zagrażają instalacjom elektrycznym?	7
6. Jakie występują typy ograniczników przepięć?	8
7. Czy iskiernikowe ograniczniki przepięć są lepsze od warystorowych?	9
8. W jakim miejscu należy instalować ograniczniki przepięć?	10
9. Jak sprawdzać ograniczniki przepięć?	12
10. Jak odróżnić ograniczniki przepięć wysokiej jakości spełniające deklarowane parametry od innych, które często można spotkać i które mogą zagrażać bezpieczeństwu całej instalacji?	14
11. Dlaczego stosując najtańsze ograniczniki przepięć zagraża się swojej instalacji?	15
12. Czy ogranicznik przepięć należy wymieniać po każdym jego zadziałaniu?	16
13. Jak często należy sprawdzać ograniczniki przepięć?	17
14. Dlaczego stosowanie długich przewodów do połączeń ograniczników przepięć psuje działanie/skuteczność ogranicznika przepięć?	18
15. Czy szeregowe połączenie warystora i iskiernika w aplikacjach fotowoltaicznych jest najlepszym rozwiązaniem chroniącym cenną instalację?	19
16. Skąd wynika zasada, że ograniczniki przepięć chronią dobrze sprzęt elektroniczny do 10 m?	20
17. Ochrona obwodów AC i SPD o konstrukcji warystorowej, dlaczego układ połączeń 3+1 jest bezpieczniejszy niż 4+0?	21
18. Czy należy stosować ograniczniki przepięć?	23
19. Zabezpieczanie nadprądowe ograniczników przepięć, czy bezpiecznik przepala się zawsze przy przepływie prądu piorunowego?	25
20. Jak czytać oznaczenia znajdujące się na ogranicznikach przepięć?	28
21. Zaoszczędzić miejsce? To tylko ogranicznik przepięć ze zintegrowanym bezpiecznikiem!	29
22. Dlaczego należy zabezpieczać ogranicznik przepięć?	31
23. Ograniczniki przepięć wydłużają gwarancje na zasilacze?	34
24. Czym różnią się ograniczniki opisane jako: T1/T2 i T1+T2, który z nich to ogranicznik kombinowany?	34
25. Spis wybranych norm i ustaw związanych z ochroną przed przepięciami w aplikacjach AC oraz fotowoltaicznych w obiektach budowlanych	37

1 Czym są przepięcia?

W instalacjach elektrycznych jak i na interfejsach systemów elektronicznych mogą występować różnego rodzaju piki napięcia zwane przepięciami. Różnią się głównie czasem trwania i amplitudą. W zależności od przyczyny przepięcie może trwać od kilku do kilkuset mikrosekund. Amplituda może wynosić od kilku miliwoltów do kilku dziesiątek tysięcy woltów. Szczególną przyczyną przepięć są wyładowania piorunowe. Bezpośrednie i pośrednie uderzenia mogą, oprócz wysokich amplitud przepięć, skutkować również szczególnie wysokimi i elatywnie długimi przepływami prądu, których skutki mogą być niszczące.



Każde urządzenie elektryczne ma skończoną wytrzymałość dielektryczną na napięcia udarowe. Jeśli przepięcie przekroczy tę wytrzymałość, mogą wystąpić zakłócenia lub uszkodzenia. Przepięcia o wysokich amplitudach rzędu kilku kilowoltów są z reguły tzw. przepięciami przejściowymi, to znaczy relatywnie krótkotrwałe, od kilku do kilkuset mikrosekund. Wysoka amplituda i krótki czas trwania oznaczają w konsekwencji bardzo poważne zagrożenia, przed których skutkami może chronić tylko odpowiedni ogranicznik przepięć.

2 Jakie są źródła przepięć?

Przepięcia ze względu na pochodzenie można podzielić na trzy kategorie ze względu na sposób ochrony:

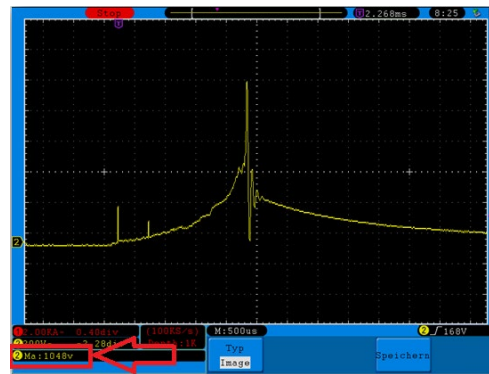
- **wyładowania elektrostatyczne** – ochrona poprzez uziemienie odprowadzające ładunek;
- przepięcia powstające wskutek pobliskich wyładowań atmosferycznych, z angielskiego **LEMP** (Lightning Electromagnetic Pulse) – ochrona poprzez wyrównanie potencjałów na granicy stref (PN-EN 62305) stosując ograniczniki typu T1 (przekładając na zwyczajny język, zdecydowanie te ograniczniki chronią przed pożarem)
- przepięcia, które powstają **wskutek awarii sieci lub operacji łączeniowych** (przy zwarciach, przy włączaniu i wyłączaniu odbiorników o dużej mocy, styczniki, falowniki, silniki, ...) – **SEMP** (Switching Electromagnetic Pulse) – ochrona poprzez stosowanie ograniczników **typu T2 i T3**

Poniżej te trzy główne źródła przepięć i ich skrócone charakterystyki jak i sposób ochrony

ESD	LEMP	SEMP
		
Electrostatic Discharge	Lightning Electromagnetic Pulse	Switching Electromagnetic Pulse
Rozładowanie między ciałami	Bardzo wysokie napięcia udarowe	Przełączanie maszyn o dużej pojemności
Ogólnie nie szkodliwe dla ludzi	Występują rzadko w porównaniu do innych typów	Zwarcia w sieci zasilającej
Uziemianie	SPD typu T1	SPD typu T2 oraz T3

Przykład pokazujący zagrożenia SEMB najczęściej obecne w instalacjach elektrycznych szczególnie zakładów przemysłowych:

Na zdjęciu poniżej pokazano stycznik na 24 V DC z podłączonym bezpośrednio na cewkę oscyloskopem. Na drugim zdjęciu widoczne jest przepięcie powstające przy wyłączeniu, które jak widać może znacznie przekraczać 1000 V. Tego typu i wyższe impulsy są obecne w sieciach zasilających, skracając w ten sposób czas życia urządzeń elektronicznych. W konsekwencji oznacza to nieprzewidywalne przestoje i rosnące koszty.



3 Jak rozprzestrzeniają się przepięcia?

Przepięcia mogą dostać się do obwodu na różne sposoby. W praktyce nakładają się na siebie poszczególne rodzaje sprzężeń:

Sprzężenie galwaniczne:

Dwa obwody połączone elektrycznie mogą na siebie wzajemnie oddziaływać. Zmiana napięcia lub prądu w jednym obwodzie powoduje odpowiednią reakcję w drugim obwodzie.

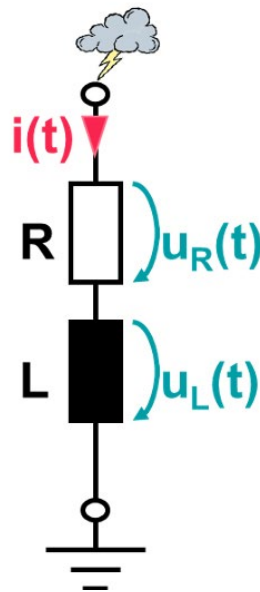
Sprzężenie indukcyjne:

Szybko wzrastający przepływ prądu przez przewodnik wytwarza wokół niego pole magnetyczne o zmieniającej się szybko natężeniu. Jeśli w polu tym znajduje się inny przewodnik, to na skutek zmiany natężenia pola magnetycznego w związku ze zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej powstaje różnica napięcia na jego końcach.

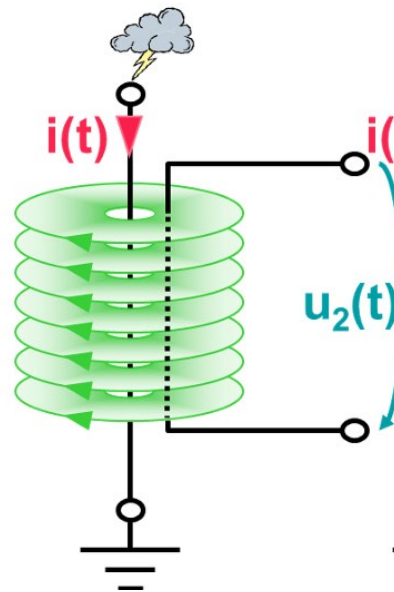
Sprzężenie pojemnościowe:

Między dwoma punktami o różnym potencjale występuje pole elektryczne. Nośniki ładunku ciał znajdujących się w polu ustawiają się odpowiednio do kierunku i siły pola na skutek zjawiska indukcji. W ten sposób w ciele powstaje różnica potencjałów, która może wymusić przepływ prądu.

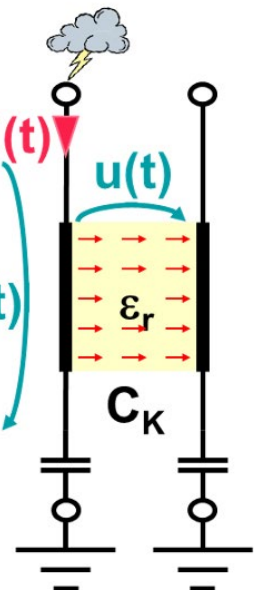
galwaniczne



indukcyjne

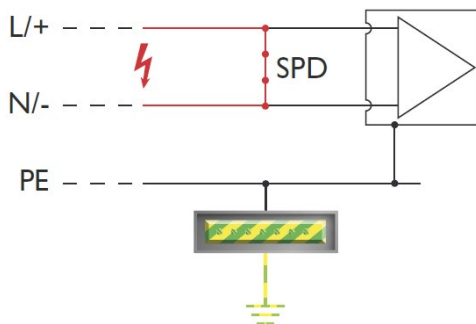


pojemnościowe

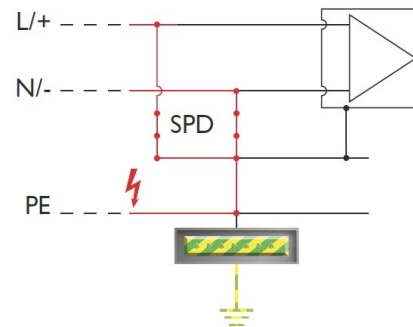


4 Jak działa ogranicznik przepięć?

Urządzenie zabezpieczające działa analogicznie do przełącznika, który zwiera się na czas trwania przepięcia. Może on działać wielokrotnie, nie należy to działanie porównywać z pracą bezpiecznika topikowego. Dzięki temu powstaje swego rodzaju zwarcie, a prądy udarowe mogą odpłynąć w kierunku ziemi lub sieci elektroenergetycznej. W ten sposób ogranicza się różnicę napięć (ilustracje poniżej) występującą na wrażliwej izolacji pomiędzy przewodnikami. To niby zwarcie trwa tylko przez czas przepięcia, czyli zazwyczaj kilka mikrosekund. Umożliwia to ochronę urządzenia elektrycznego przed niebezpiecznym skokiem napięcia i zapewnia jego dalszą niezakłóconą pracę. W praktyce często używana jest skrócona wersja nazwy ogranicznika pochodząca z języka angielskiego: SPD (Surge Protection Device).



SPD między aktywnymi przewodami przy ochronie poprzecznej, przykład pętla prądowa 4-20 mA



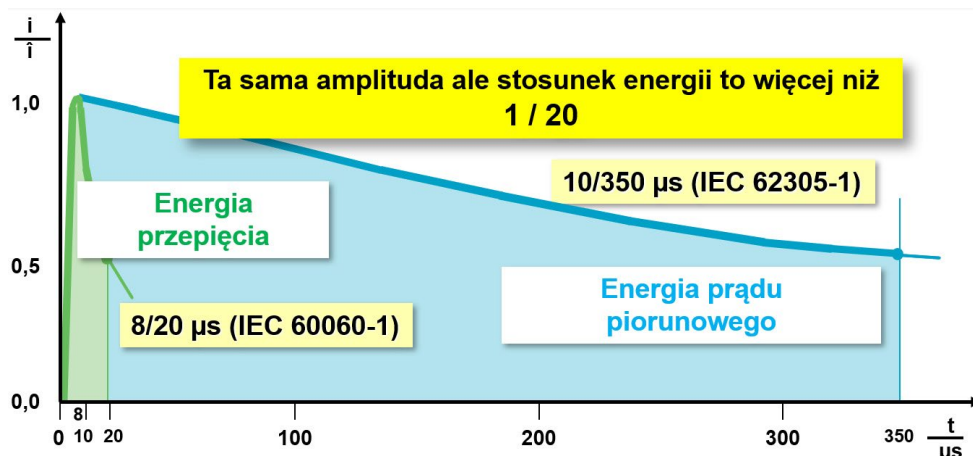
SPD między aktywnymi przewodami a przewodem ochronnym przy napięciu wzdłużnym, przykład sygnały dyskretne.

5 Jak normy opisują przepięcie pochodzenia atmosferycznego i od operacji łączeniowych, które zagrażają instalacjom elektrycznym?

Wszeghobecne przepięcia SEMP (Switching Electromagnetic Pulse) powstają przy włączaniu i wyłączaniu odbiorników o dużej mocy, pracy styczników, falowników, silników, które posiadają duże indukcyjności. Normy umownie opisują te zjawiska przy pomocy impulsów o charakterystyce 8/20 μ s. 8 μ s to czasu narastania a to 20 μ s czas opadania do poziomu tzw. „półszczytu”. Ze względu na swoją charakterystykę, przed impulsami tego typu najlepiej chronią warystorowej ograniczniki przepięć, testowane klasą II (8/20) typu T2 o możliwie dużej wartości I_n .

Aby opisać prądy pochodzące od prądów jak i energii pioruna (LEMP - Lightning Electromagnetic Pulse) stosuje się impulsy o kształcie 10/350 μ s, oznacza to, że trwają znacznie dłużej niż zwykle przepięcia i przenoszą większą energię.

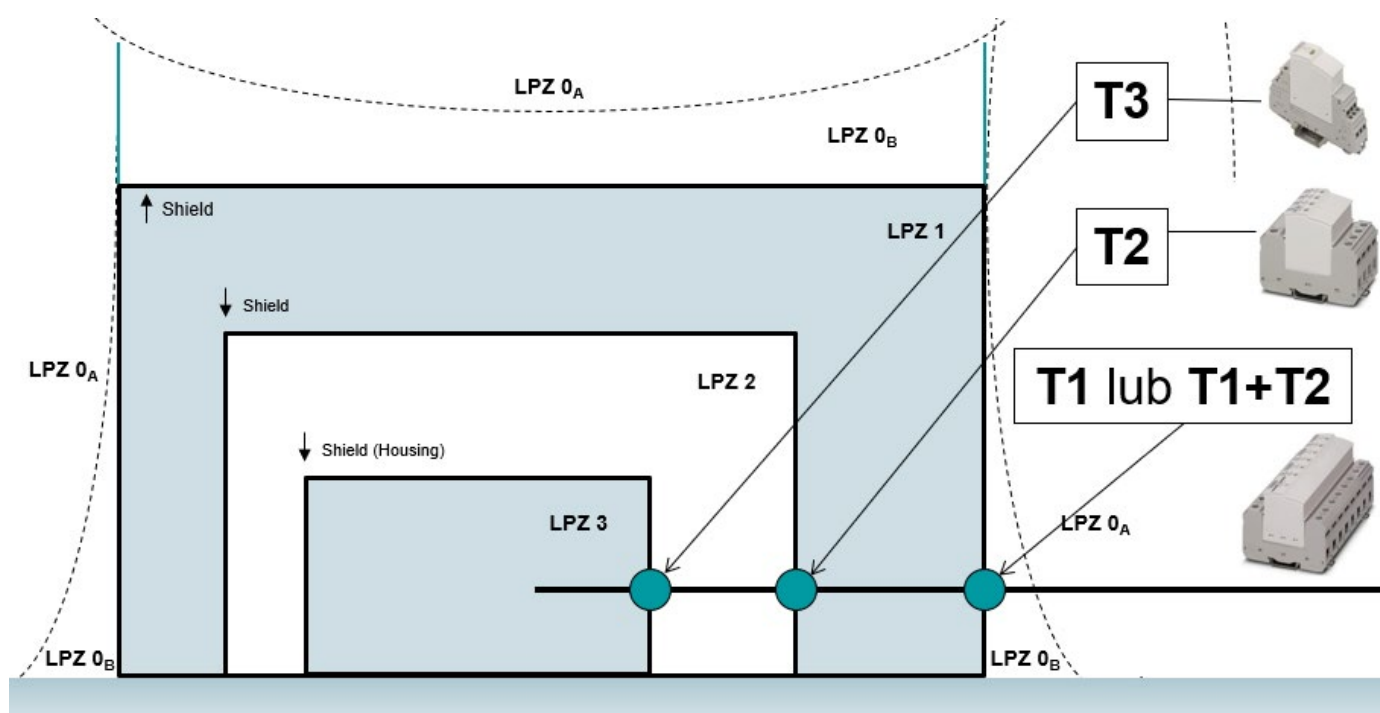
Ograniczniki chroniące przed tak długimi impulsami o charakterystyce 10/350 μ s są ogranicznikami, które przeszły testy klasy I i są oznaczane symbolami T1 lub T1/T2, T1+T2. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w punkcie 11.



6 Jakie występują typy ograniczników przepięć?

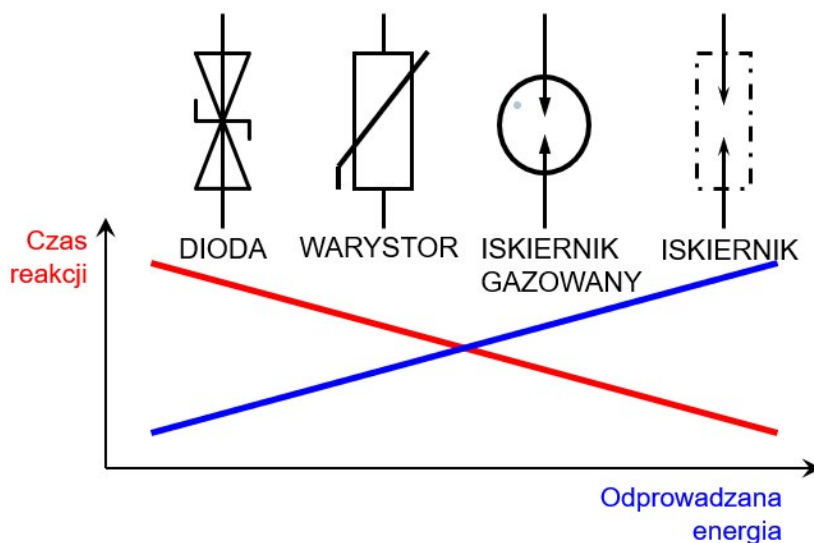
- Typ 1** Stosowane do ochrony przed prądami piorunowymi (LEMP) o charakterystyce I_{imp} 10/350 μ s
Redukcja pojawiającego się napięcia przynajmniej poniżej 4 kV
- Typ 2** Ochrona przed impulsami łączeniowymi (SEMP) o charakterystyce I_n 8/20 μ s
Dalsza redukcja pojawiającego się napięcia przynajmniej poniżej < 2.5 kV
- Typ 3** Ochrona wrażliwego sprzętu elektronicznego przed impulsami łączeniowymi
Dalsza redukcja napięcia przynajmniej poniżej 1.5 kV

Warto pamiętać o tym, że konsekwentnie na granicach stref zastosowane ograniczniki przepięć chronią nas zarówno przed pożarem jak i przepięciami. Ogranicznikami przepięć, których najważniejszą funkcją jest ochrona przed pożarem, są ograniczniki przepięć typu 1, w praktyce oznaczane T1, T1/T2, T1+T2. O różnicy pomiędzy oznaczeniami można przeczytać w punkcie 25: Czym różnią się ograniczniki T1/T2 i T1+T2, który z nich to ogranicznik kombinowny?

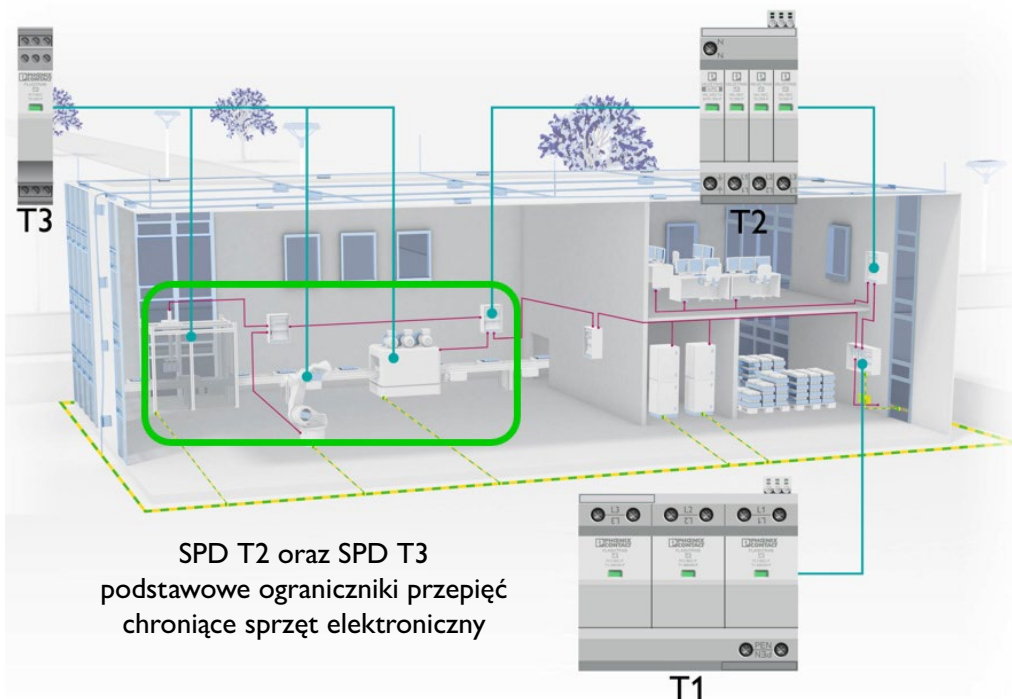


7 Czy iskiernikowe ograniczniki przepięć są lepsze od warystorowych?

Czytając różne materiały można czasem spotkać informację, że najlepsze są ograniczniki przepięć są oparte konstrukcyjnie o iskierniki. Trzeba wiedzieć, że każdy z tych typów ograniczników ma swoje zalety i wady. Ograniczniki przepięć zbudowane na bazie iskierników są wolniejsze przy zadziałaniu i reakcja ich zależy od szybkości wzrastania czoła impulsu ale potrafią przenieść większą energię, dedykowane są do odprowadzania prądów piorunowych w sieciach napięcia zmiennego. Modele oparte o warystory zadziałają szybciej i lepiej radzą sobie z najczęściej występującymi przepięciami SEMP o charakterystyce 8/20 μ s.



Ograniczniki przepięć, które chronią sprzęt elektroniczny od przepięć są to ograniczniki T2 i T3. Każdy ogranicznik ma do spełnienia swoją funkcję dlatego też w praktyce stosuje się strukturę kaskadową:



8 W jakim miejscu należy instalować ograniczniki przepięć?

Miejsca instalacji urządzeń zabezpieczających w obiekcie budowlanym określa się na podstawie tzw. koncepcji stref ochrony odgromowej opisanej w części 4 normy odgromowej PN-EN / IEC 62305 [4]. Obiekt budowlany dzieli się na strefy ochrony odgromowej (LPZ - lightning protection zone) w kierunku od zewnątrz do wewnątrz z obniżającym się poziomem zagrożenia. W strefach zewnętrznych można stosować wyłącznie niewrażliwe wyposażenie elektryczne, natomiast w strefie wewnętrznej również urządzenia czułe. Poszczególne strefy mają następujące nazwy i charakterystykę:

LPZ 0A Strefa niezabezpieczona, w którym mogą wystąpić bezpośrednie wyładowania piorunowe. Niebezpieczeństwa i szkody mogą powstawać z powodu bezpośredniego przepływu prądów piorunowych w przewodach oraz nietłumionego pola magnetycznego wyładowania piorunowego.

LPZ 0B Strefa poza budynkiem zabezpieczona przed bezpośrednim uderzeniem pioruna np. poprzez zwody pionowe. Niebezpieczeństwa i szkody mogą powstawać z powodu nietłumionego pola elektromagnetycznego wyładowania piorunowego oraz indukowanych prądów udarowych w przewodach.

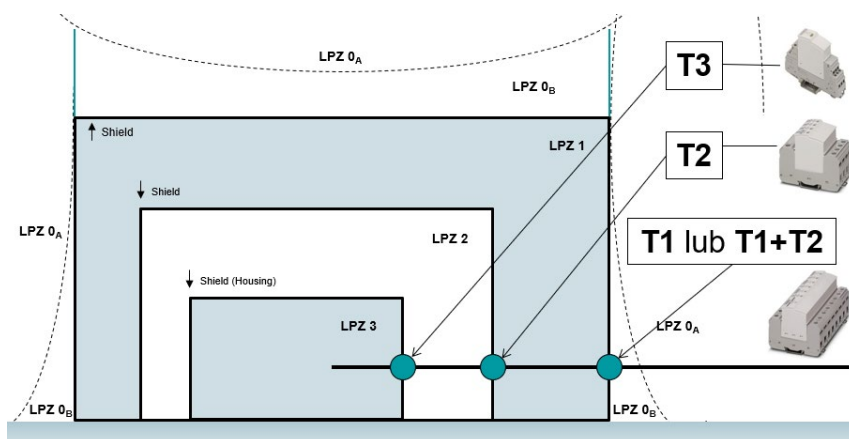
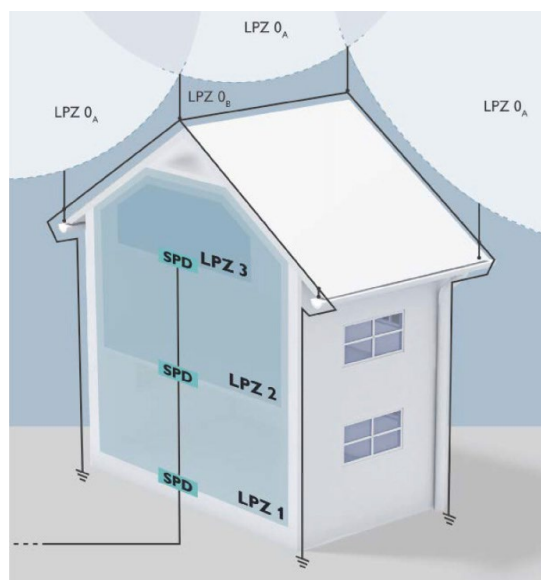
LPZ 1 Strefa wewnątrz budynku, w której trzeba liczyć się z wystąpieniem wysokoenergetycznych przepięć lub prądów udarowych oraz silnych pól elektromagnetycznych.

LPZ 2 Strefa wewnątrz budynku, w której trzeba liczyć się z wystąpieniem złagodzonych znacznie przepięć lub prądów udarowych oraz pól elektromagnetycznych.

LPZ 3 Strefa wewnątrz budynku, w której trzeba liczyć się już wyłącznie z bardzo niskimi przepięciami lub prądami udarowymi oraz bardzo słabymi polami elektromagnetycznymi.

Na wszystkich przewodach przecinających granice stref należy zastosować skoordynowane ograniczniki przepięć.

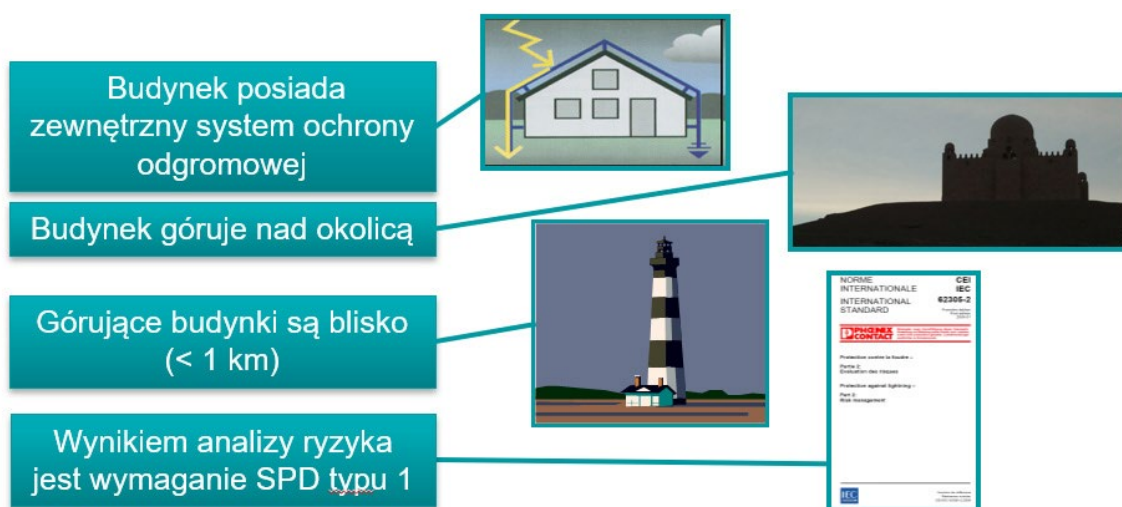
Zdolność wyładowcza zależy od wymaganej klasy ochrony odgromowej obiektu określonej przez wymogi prawa, wymogi władz, wymogi zakładów ubezpieczeń i są określone na podstawie analizy ryzyka. Przy doborze urządzeń zabezpieczających zgodnie z normą należy przyjąć, że 50% prądu piorunowego jest odprowadzane do ziemi. Pozostałe 50% prądu piorunowego dostaje się poprzez główne połączenie wyrównawcze do instalacji elektrycznej i tam musi zostać odprowadzone przez system SPD.



Stosując ochronę wielostopniową zgodnie z normą PN-EN 62305 zaprezentowaną powyżej zapewnimy sobie:

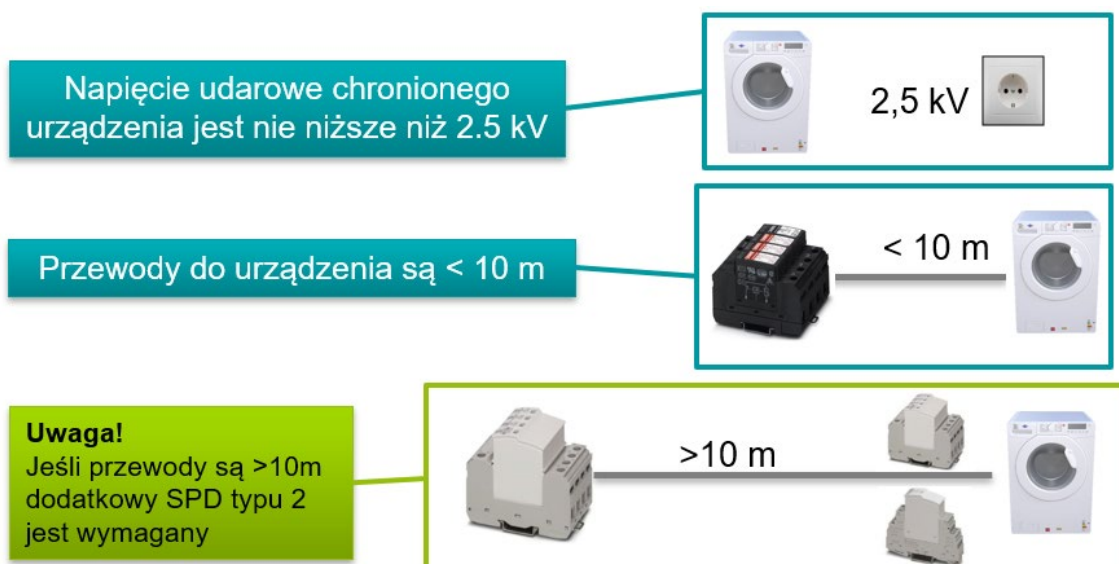
- wyrównanie potencjałów na każdej granicy
- ochrona przed impulsami elektromagnetycznymi wyładowań piorunowych
- ochrona przed impulsami elektromagnetycznymi przy przełączaniu
- ochrona przed indukowanymi przepięciami
- brak oscylacji, ponieważ odpowiedni SPD można zainstalować bezpośrednio przed urządzeniem
- bardzo niski (najlepszy) poziom ochrony, ponieważ może być użyty specyficzny SPD przy urządzeniu

SPD Typu 1 (ograniczniki oznaczane jako: T1, T1/T2, T1+T2) jest wymagany na wejściu do obiektu jeśli zasilany jest z linii napowietrznej oraz gdy:



Jeśli nic takiego nie zachodzi wówczas wystarczy ogranicznik przepięć typu 2

SPD typu 2 jest wystarczający jeśli:



SPD typu 3 jest rekomendowany, gdy:

Napięcie udarowe urządzenia jest $< 1.5 \text{ kV}$

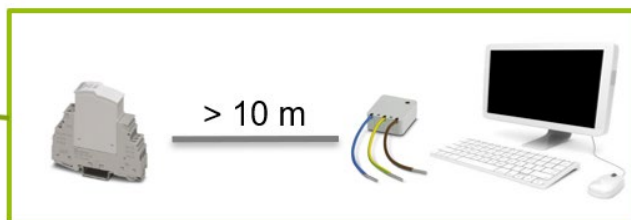
Urządzenia przemysłowe/zwykłe mają napięcie udarowe $> 2.5 \text{ kV}$ (IEC 60664-1)



Uwaga!

Jeśli połączenie pomiędzy typem 3 a odbiornikiem jest $> 10 \text{ m}$

dodatkowy SPD jest wymagany



9 Jak sprawdzać ograniczniki przepięć?

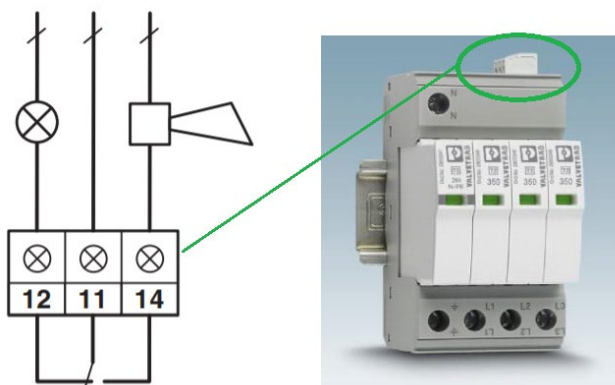
Każdy ogranicznik przepięć chroniący instalacje zasilające nn musi posiadać optyczny wskaźnik sprawności. Kolor zielony/brak koloru albo kolor czerwony oznacza status danego ogranicznika przepięć. Pokutuje błędne przekonanie, że okienko statusu jest sygnalizacją zadziałania. Ogranicznik przepięć może zadziałać tysiące razy, zaś jego status zmieni się na czerwony dopiero po jego przeciążeniu/uszkodzeniu i odłączeniu. Kiedy kolor w oknie statusu jest czerwony ogranicznik przepięć należy wymienić na nowy. Mało kto wie, że jedynie codzienne sprawdzanie statusu może uchronić nas od sytuacji, gdy odpięcie się elementów czynnych nie będzie zauważone przez tygodnie czy miesiące.

Warto wiedzieć, że kolor zielony może oznaczać też, że ogranicznik przepięć, choć jest dobry to dotarł już do granicy wytrzymałości i lada dzień przestanie chronić.



Aby uchronić się przed brakiem ochrony do wyboru są trzy rozwiązania:

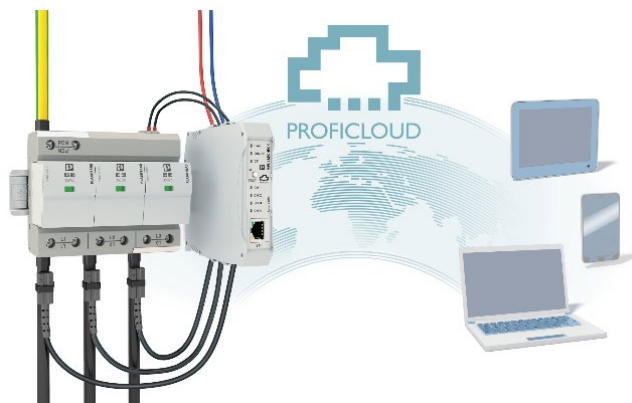
Podłączenie styku sygnalizacyjnego ogranicznika do nadrzędnego sterownika lub sygnalizatora dźwiękowego co pozwoli na szybką wymianę (czas kiedy obiekt nie będzie chroniony będzie krótki).



Regularne sprawdzanie stanu ograniczników przepięć nie tylko optycznie ale za pomocą przenośnego laboratorium o nazwie Checkmaster2. Urządzenie to potrafi wskazać nie tylko czy ogranicznik jest dobry albo uszkodzony ale również, że **znajduje się on na granicy wytrzymałości** i warto taki ogranicznik wymienić bez zbędnej zwłoki. Dodatkowo wyniki z pomiarów możemy zapisać na pamięć USB co pozwala mieć dokumentację z pomiarów.



W ważnych obiektach (zwłaszcza w obiektach przemysłowych), szczególnie w przypadku ograniczników przepięć typu/oznaczanych jako T1, T1/T2, T1+T2 na wejściu do obiektu warto zastosować rozwiązanie o nazwie **ImpulseCheck**. Jest to rozwiązanie, na które składa się moduł komunikacyjny, do którego podłączmy czujniki by następnie po uzyskaniu komunikacji poprzez internet mógł on przekazać informację o wykrytych przepięciach do chmury o nazwie PROFICLOUD. W chmurze dokonywane są obliczenia, które są dostępne online poprzez dowolną przeglądarkę lub poprzez API dla wewnętrznej sieci przemysłowej.



ImpulseCheck pokaże nam informacje o występujących przepięciach i ich amplitudzie, jednocześnie jeśli razem z modułem Impulsecheck zamontowano ograniczniki przepięć marki Phoenix Contact oprogramowanie pokaże przewidywany czas życia ogranicznika przepięć w danej instalacji, co pozwoli zaplanować wymianę w odpowiednim czasie, zapewniając w ten sposób najwyższy poziom ochrony.

Dla osób zainteresowanych rozwiązaniem Checkmaster2 i Impulsecheck zapraszam do poznania szczegółów na stronach:

- porównanie i opis obu urządzeń

https://www.phoenixcontact.com/online/portal/pl?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/plpl/web/main/products/subcategory_pages/Test_device_for_surge_protective_devices_P-24-07/458c9f50-aa65-4a8a-b0a4-dc1e6b-fecf70

10 Jak odróżnić ograniczniki przepięć wysokiej jakości spełniające deklarowane parametry od innych, które często można spotkać i które mogą zagrażać bezpieczeństwu całej instalacji?

Aby producent ograniczników przepięć mógł nadać odpowiednie oznaczenia typu T1, T2, T3 powinny zostać wykonane odpowiednie testy odpowiednio klasy I, II i III (wg PN-EN 61643-11):

Tabela klas testów dla SPD typu 1, 2 oraz 3:

Typ SPD	Wymagana informacja	Procedury testów
Klasa I	I_{imp}	8.1.1; 8.1.2; 8.1.3
Klasa II	I_n	8.1.2, 8.1.3
Klasa III	U_{oc}	8.1.4; 8.1.4.1

Warto wiedzieć o tym, że:

Klasa testu nic nie mówi o wartości impulsu przy jakim były robione testy!

Jest to szczególnie ważne przy ogranicznikach warystorowych. Dla porównania różnych aparatów należy weryfikować przy jakim prądzie SPD uzyskuje deklarowany w kartach katalogowych poziom U_p (napięcie, do którego ograniczane jest przepięcie przez ogranicznik na jego zaciskach)

UWAGA

to producent ograniczników przepięć wybiera wartości prądu zastosowanych przy testach z zakresów podanych w tabeli niżej:



T1 SPD jest badany impulsem udarowym 10/350 μ s (I_{imp})

Preferowane wartości impulsu prądu piorunowego I_{imp} dla testów klasy I (w kA) na pole

1 2 5 10 **12,5** 20 **25**

T2 SPD jest badany impulsem udarowym 8/20 μ s (I_n)

Preferowane wartości impulsów prądu wyładowczego I_n dla testów klasy II (w kA) na pole

0,05 0,1 0,25 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 5,0 10 15 **20**

T3 SPD jest badany impulsem hybrydowym 1,2/50 μ s (U_{oc}) (napięcie udaru / prąd)

Preferowane wartości napięć obwodu otwartego U_{oc} dla testów klasy III (w kV)

0,1 0,2 0,5 1 2 3 4 5 6 **10** 20

Przy testach SPD typu 1 I_{imp} oraz I_n powinny mieć identyczną wartość

Ograniczniki przepięć **Phoenix Contact** testowane są impulsami zaznaczonymi na czerwono i wyższymi. Jak można zauważyć, podane zakresy są szerokie i na rynku jest dostępnych wiele rozwiązań testowanych przy małych wartościach, odpowiednich prądów, przy stosowaniu których obowiązkowa byłaby analiza ryzyka zgodnie z normą **PN-EN 62305-2**.

Pamiętaj!

Wg PN-EN 60364-5-534 bezpieczna wartość I_{imp} dla SPD typu 1 zaczyna się od 12,5 kA 10/350 μ s oraz dla SPD typu 2 I_n nie mniej niż 5kA 8/20 μ s. Stosując tego typu rozwiązania nie trzeba przeprowadzać wspomnianej wyżej analizy ryzyka. Po prawe stronie certyfikowane popularne rozwiązania T1/T2 od Phoenix Contact:



Aby być bezpiecznym sprawdzaj, czy ograniczniki posiadają certyfikaty np. KEMA/DEKRA i przy jakich wartościach były wykonywane testy.

11

Dlaczego stosując najtańsze ograniczniki przepięć zagraża się swojej instalacji?

Ponieważ koszty badań laboratoryjnych są dość znaczące zdarza się, że wielu ich nie sprawdza, a deklaracje nie są poparte potwierdzeniami z akredytowanego laboratorium.

Kto wybiera ogranicznik przepięć, który nie posiada – zgodnie z normą PN-HD 60364-5-534:2016 – potwierdzonych minimalnych wartości:

– dla SPD typu 1 I_{imp} nie mniej niż **12,5 kA 10/350 μ s na jedno pole**
oraz

– dla SPD typu 2 I_n nie mniej niż **5 kA 8/20 μ s na jedno pole**

ten naraża się na eksplozję/pożar wewnątrz szafy lub skrzynki zasilania.

Jeśli decydujesz się na zastosowanie ograniczników o słabszych parametrach **konieczne** jest przeprowadzenie analizy ryzyka zgodnie z normą PN-EN 62305-2.



Szczególnie ważnym dla użytkownika / inwestora jest to, aby na stronie producenta był dostępny aktualny certyfikat akredytowanego laboratorium np. DEKRA/KEMA dla interesującego nas wyrobu. Jeśli takiego jest brak to wówczas jest **bardzo możliwe**, że podane parametry są jedynie deklarowane przez producenta, a rzeczywiste parametry zdecydowanie odbiegają od deklarowanych marzeń producenta. Może też istnieć ważny powód techniczny uniemożliwiający otrzymanie takiego świadectwa przez wybrany wyrób.

Dlaczego groźne jest stosowanie najtańszych rozwiązań dostępnych na rynku pokazują dostępne testy, poniżej przykład wyników jednego z nich który wykazał że około 50% testowanych ograniczników nie spełniało wszystkich parametrów określonych w karcie katalogowej, na podstawie której dokonuje się wyboru odpowiedniego aparatu. Testy przeprowadzone przez **MSSI** – Market Surveillance Support Initiative (inicjatywa wspierająca nadzór rynku w zakresie aparatów elektrycznych niskiego napięcia) w skład której wchodzi różne firmy i organizacje m.in. Krajowa Izba Gospodarcza Elektroniki i Telekomunikacji:

Wyniki badań ograniczników przepięć T1 (oznaczanych np. T1, T1/T2, T1+T2)

- sprawdzono 22 marki
- Parametry oznaczone jako: T1+T2; układ biegunów ogranicznika 4+0
- Testy wykonane przez certyfikowane, niezależne laboratorium (BBJ SEP)
- Testy wykonane zgodnie z normą: PN-EN 61643-11:2013
- **Wyniki: 50%** testowanych marek z **wynikiem negatywnym**

12 Czy ogranicznik przepięć należy wymieniać po każdym jego zadziałaniu?

Nie, kwalifikowany ogranicznik nie jest bezpiecznikiem. Wysokiej jakości ograniczniki przepięć mogą wielokrotnie odprowadzać przepięcia zarówno spowodowane prądem piorunowym jak i przepięciami łączeniowymi (brak statusu czerwonego). Wielokrotne działanie ograniczników przepięć udowodnione jest przez liczne testy podczas badań laboratoryjnych i potwierdzone jest niezależnymi certyfikatami np KEMA/DEKRA. Zwykle, jeśli produkt posiada certyfikaty z niezależnych laboratoriów, na stronie producenta nie tylko podawane są o tym informacje, ale również podawana jest informacja skąd wybrany certyfikat można pobrać. Jeśli brak jest takiej szansy, warto zachować dystans wobec takich produktów.

13 Jak często należy sprawdzać ograniczniki przepięć?

Przeglądy i kontrole zgodnie z PN-EN / IEC 62305

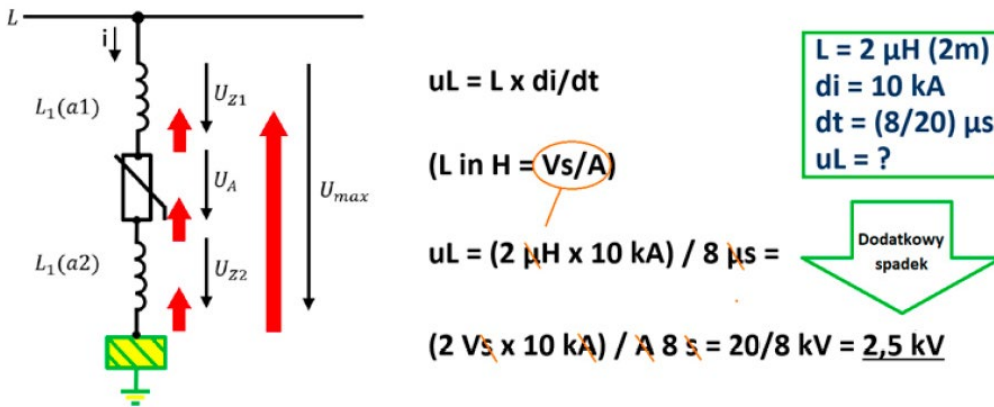
Klasa ochrony odgromowej	Oględziny (w latach)	Pełne sprawdzenie (w latach)	Pełne sprawdzenie urządzeń krytycznych (w latach)
I i II	1	2	1
III i IV	2	4	1

Aby zapewnić wysoką dyspozycyjność systemu, użytkownik musi dokonywać regularnych przeglądów i kontroli instalacji elektrycznej (patrz tabela). Jest to wymagane w zależności od rodzaju systemu, przepisów prawa, organów nadzoru oraz organizacji branżowych. Wymóg regularnych przeglądów i kontroli zewnętrznych oraz wewnętrznych systemów ochrony odgromowej określono w załączniku E.7 normy odgromowej PN-EN / IEC 62305-3 [3]. Do fachowych przeglądów systemów odgromowych są niezbędne szczególne kwalifikacje. Dlatego zgodnie z wymogami przeglądy te musi wykonywać specjalista ochrony odgromowej. Przegląd obejmuje również kontrolę urządzeń SPD. Norma zobowiązuje do właściwego udokumentowania przeglądu. Należy zwrócić szczególną uwagę na następujące trzy kwestie:

- „Pełne sprawdzenie urządzeń krytycznych” odnosi się do obiektów budowlanych zawierających wrażliwe systemy lub obiektów użytkowanych przez większą liczbę osób.
- Obiekty budowlane zagrożone wybuchem muszą być poddawane oględzinom co 6 miesięcy. Badanie elektryczne systemów należy wykonywać raz w roku.
- Obiektom o wysokich wymogach bezpieczeństwa przepisy mogą określać obowiązek pełnego przeglądu. Może to być konieczne po wyładowaniu piorunowym w obrębie określonego promienia wokół danego obiektu.

14 Dlaczego stosowanie długich przewodów do połączeń ograniczników przepięć psuje działanie/skuteczność ogranicznika przepięć?

— Poziom ochrony U_p podawany w kartach katalogowych jest to wartość do jakiej ograniczane jest przepięcie przez ogranicznik przepięć na jego zaciskach przyłączeniowych. Poziom U_p jest podawany od zacisku do zacisku ogranicznika. Każdy przewód łączący ogranicznik **zwiększa wartość U_p** a więc istotnie pogarsza poziom pomiędzy obwodem L a lokalną szyną PE, jak na schemacie poniżej.

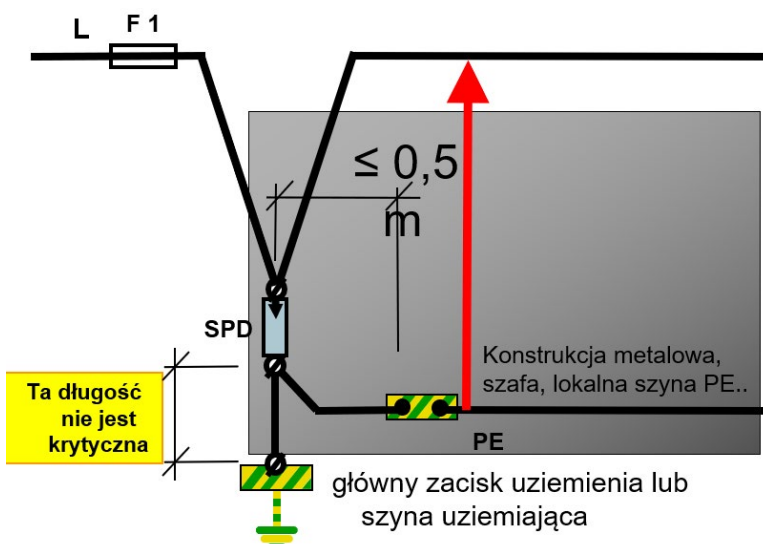
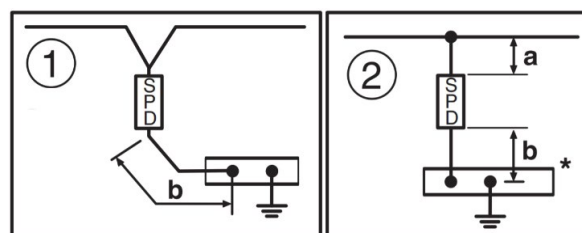


Zwiększenie długości przewodów to większa indukcyjność, co przekłada się na większe spadki napięcia psujące poziom ochrony.

Powyżej przykład pokazujący, dlaczego jest to bardzo ważne zagadnienie. W przypadku zastosowania dwóch przewodów o sumarycznej długości 2 m, do wartości U_p widocznej w karcie katalogowej (np. 3,5 kV) w przypadku przepięcia o amplitudzie 10 kA należy dodać dodatkowy spadek napięcia na nich o około 2,5 kV. Przy większej amplitudzie prądu ten spadek będzie wyższy! W powyższym przykładzie w sumie daje to około 6 kV i oznacza, że sprzęt elektroniczny, który ogranicznik ma chronić, może zostać uszkodzony.

Długość przewodów łączących ogranicznik z przewodem zasilającym oraz szyną wyrównania potencjałów nie powinna być dłuższa niż około 0,5 m.

W przypadku, gdy przewody łączące ograniczniki muszą być dłuższe, wówczas należy wykorzystać połączenie typu V przedstawione na rysunku 1, cytując z instrukcji instalacyjnej ograniczników przepięć Phoenix Contact.



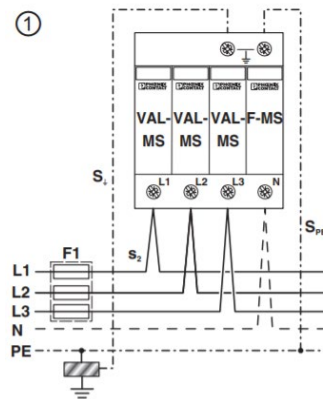
Tu z pomocą przychodzą nam podwójne zaciski ograniczników przepięć. Umożliwiają one wykonanie połączenia typu V (tzw. przelotowe), które daje w efekcie najniższe/najlepsze poziomy ochrony. Przychodzące przepięcie ograniczane jest przez tak włączony w układ SPD do najniższego, a więc najlepszego dla chronionego wyposażenia poziomu, gdyż zminimalizowane są w ten sposób długości przewodów (eliminowane są dodatkowe spadki napięcia na przewodach).

Jak pokazano na rysunku obok, w tym przypadku liczy się jedynie długość do lokalnej szyny PE.

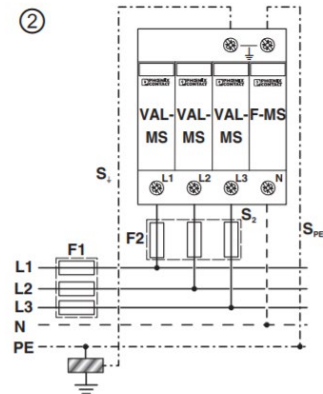
W tym przypadku też należy pamiętać, że przez zacisk ogranicznika przepięć przepływa całkowity prąd roboczy układu i nie wolno przekraczać jego prądu maksymalnego.

W karcie katalogowej (a wartość ta może być różna w zależności od modelu i producenta) należy sprawdzić jaką wartość, szczególnie w przypadku połączenia typu V, może mieć bezpiecznik poprzedzający ogranicznik przepięć w instalacji. Jaki też jest dopuszczalny prąd roboczy takich podwójnych zacisków.

Dla przykładu pokazane obok są dane dla ogranicznika VAL-MS 320/3+1 – 2838209. Wskazują one, że w przypadku połączenia w układzie V maksymalne „widziane” od strony źródła zasilania przez ogranicznik zabezpieczenie nadprądowe powinno mieć wartość 80 A gG, oznacza to, że prąd roboczy płynący poprzez jego zaciski nie może przekroczyć tej wartości.



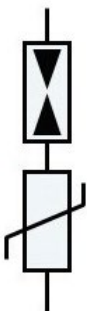
F1 A gL/gG	s ₂ mm ²	s _{PE} mm ²
25	6	6
35	6	6
40	6	6
50	10	10
63	10	10
80	16	16



F1 A gL/gG	F2 A gL/gG	s ₂ mm ²	s _{PE} mm ²
25		6	6
35		6	6
40		6	6
50		6	6
63		10	10
80		10	10
100		16	16
125		16	16
> 125	125	16	16

15

Czy szeregowe połączenie warystora i iskiernika w aplikacjach fotowoltaicznych jest najlepszym rozwiązaniem chroniącym cenną instalację?



Należy pamiętać, że warystory są szybsze od iskierników i doskonale nadają się do ograniczania szybkich przepięć najczęściej występujących w instalacjach. Należy też mieć świadomość, że warystory łatwiej radzą sobie z pracą w obwodach napięcia stałego. W przypadku połączenia szeregowego warystor zadziała dopiero wtedy, kiedy włączy się iskiernik. Iskiernik jest z natury wolniejszym a jego zapłon zależy od dynamiki impulsu. Oznacza to wprost, że warystor jest przez większość czasu odcięty od możliwości wykonywania pełnej pracy, do którą był przeznaczony - ograniczania przepięć.

W sumie służy jedynie do ograniczania prądu płynącego poprzez iskiernik po jego włączeniu się. Oczywiście, dzięki temu warystor przeważnie jest odłączony od instalacji, co zapewnia mu większą żywotność.

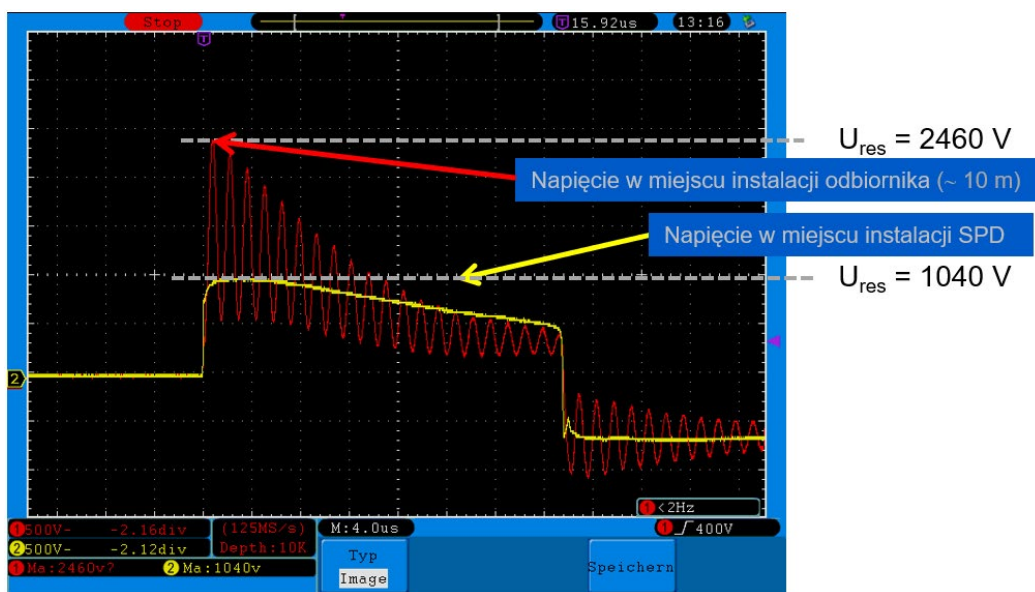
Trochę to przypomina wożenie jedyne go kompletu klocków w bagażniku, aby dłużej przetrwały. Tylko w niektórych aplikacjach, gdzie obecna jest wysoka częstotliwość, stosuje się takie specyficzne połączenie a sam chroniony układ posiada wysoką odporność.

W przypadku instalacji DC PV, mając na względzie jej parametry, jak dotąd znakomicie sprawdzają się trzy warystory połączone w układzie „T”

16 Skąd wynika zasada, że ograniczniki przepięć chronią dobrze sprzęt elektroniczny do 10 m

Należy pamiętać, że na długich przewodach powstają groźne oscylacje, które są wynikiem istnienia indukcyjności i pojemności obwodów elektrycznych, które uaktywniają swe możliwości przy wyładowaniach. Przy gwałtownej zmianie prądów w takich obwodach generują się oscylacje, których amplitudy rosną z długością przewodów i przy pewnych parametrach stają się nawet groźne dla izolacji systemu.

W praktyce oraz w normach (PN-EN 60364-5-534) jest to akceptowalny kres odległości licząc po przewodach od ostatniego SPD. Badania prowadzone w Polsce i opublikowane w „inpe” udowadniają, że w pewnych przypadkach nawet 5 metrów może być równie zabójcze.



Oscylogram przedstawia wartości amplitud oscylacji w dwóch przypadkach: gdy ogranicznik jest przy chronionym urządzeniu ($U_{res} = 1040 \text{ V}$) oraz wartość amplitudy, gdy jest on odległy o około 10 metrów ($U_{res} = 2460 \text{ V}$) od chronionego aparatu.

Jak widać z oscylogramu, oscylacje na przewodzie o długości 10m mogą osiągnąć wartość około 2,5 kV, co oznacza poważne zagrożenie dla sprzętu elektronicznego, którego wytrzymałość na napięcia udarowe wynosi około 1,5 kV.

Informacje przekazane w tym punkcie oraz punkcie 15 pokazują jednocześnie, dlaczego ograniczniki przepięć należy instalować blisko chronionego sprzętu, tak blisko, jak to tylko możliwe a sugestie, aby montować tylko jeden odległy ogranicznik przepięć np. po środku przewodu o długości kilkunastu metrów nie są dobrym rozwiązaniem. Jak widać obowiązuje ważna zasada, jeśli mamy skutecznie chronić elementy w instalacji, muszą być ograniczniki przepięć powtórzone

17

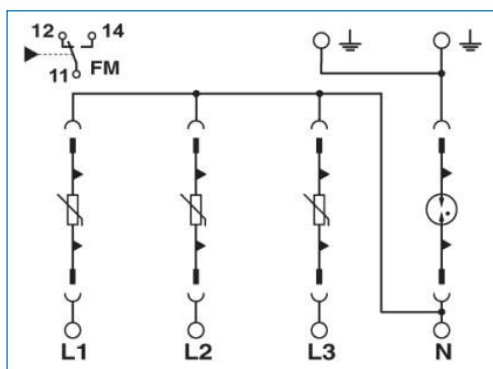
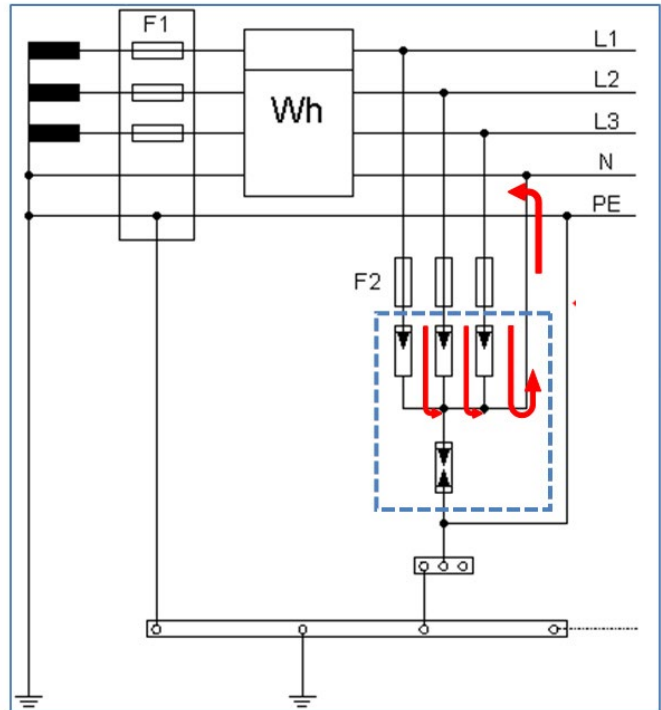
Ochrona obwodów AC i SPD o konstrukcji warystorowej, dlaczego układ połączeń 3+1 jest bezpieczniejszy niż 4+0?

Dla ochrony przed przepięciami obwodów zasilania AC w powszechnie stosowanym układzie sieci TN-S (a nawet TT) należy wybierać uniwersalne ograniczniki z wewnętrznym układem połączeń „3+1” (trzy warystory + jeden iskiernik pomiędzy N a PE)

W **układzie 3+1** (właściwy dla układów TN-S / TT):

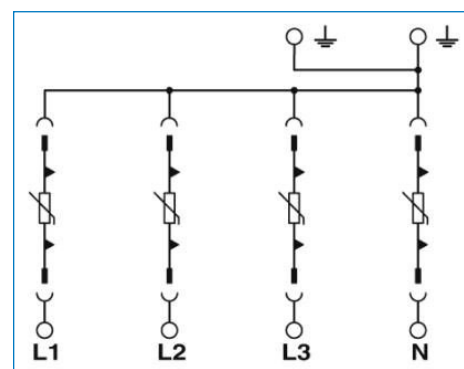
- iskiernik (stanowiący przerwę) zapobiega przepływowi prądu upływu z warystorów przez przewód PE, to oznacza brak wzrostu potencjału szyny, co może stanowić śmiertelne zagrożenia dla nieświadomej obsługi. Zapewnia pełną separację elektryczną obu obwodów.
- prądy upływu dodają się jedynie do prądu roboczego odbiornika
- **układ połączeń 3+1 jest bezpieczniejszy od 4+0** (ograniczniki z czterema warystorami) dla chronionych urządzeń.

Układ 3+1 ogranicza przepięcia aż do połowy poziomu ochrony U_p układu 4+0, tym samym zapewnia **zdecydowanie większą żywotność chronionego sprzętu w stosunku do 4+0**. W efekcie jest to ekonomiczne rozwiązanie, ponieważ zapewnia dłuższą pracę tak chronionych elementów.



Układ 3+1

3 Warystory przyłączone do przewodów L i do wspólnego przewodu N oraz 1 Iskiernik pomiędzy N oraz PE



Układ 4+0

4+0 to połączenie, gdzie może nie być iskiernika, a wszystkie warystory są przyłączone od faz L oraz N bezpośrednio do PE.

UWAGA

Ponieważ funkcjonuje wiele mitów i nieporozumień w obszarze ochrony przed przepięciami, obecność iskiernika, którego tutaj funkcją jest separacja i ochrona tylko jednej izolacji, każe niektórym nazywać niepoprawnie układ 3+1 układem kombinowanym w kontekście PN-EN 61643-11. Obecność iskiernika w tym miejscu nie jest warunkiem dostatecznym dla uznania go jako kombinowany. To jest zwyczajne nieporozumienie w kontekście definicji z normy PN-EN 61643-11. Aby ogranicznik można było nazywać kombinowanym powinien posiadać element ograniczający przepięcia jak i element ucinający, jako zespoły połączone równolegle (szeregowe połączenie się nie sprawdza tak dobrze) ze sobą czy to w układzie 4+0 czy też 3+1 i to do ochrony każdej, z faz.

Norma PH-HD 60364-5-534 dopuszcza zastosowanie układu połączeń 4+0 jak i 3+1 do ochrony układu sieci TN-S.

Dla użytkownika końcowego istnieje wymierna korzyść ze stosowania tylko układu **3+1** w sieciach pięcio-przewodowych TN-S. O ile poziom napięcia resztkowego pomiędzy dowolnym L a PE w obu układach może być praktycznie podobny, to pomiary pokazują, że poziomy napięć resztkowych pomiędzy L a N w układzie 4+0 mogą być **prawie DWA** razy wyższe (ok. 900 V, jak pomiary pokazane poniżej) niż w 3+1.

Pomiary na ogranicznikach dla systemu TN-S:

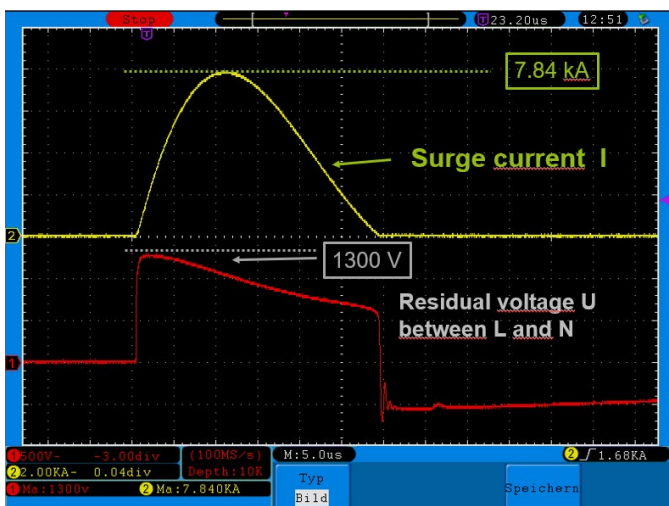
układ 3+1



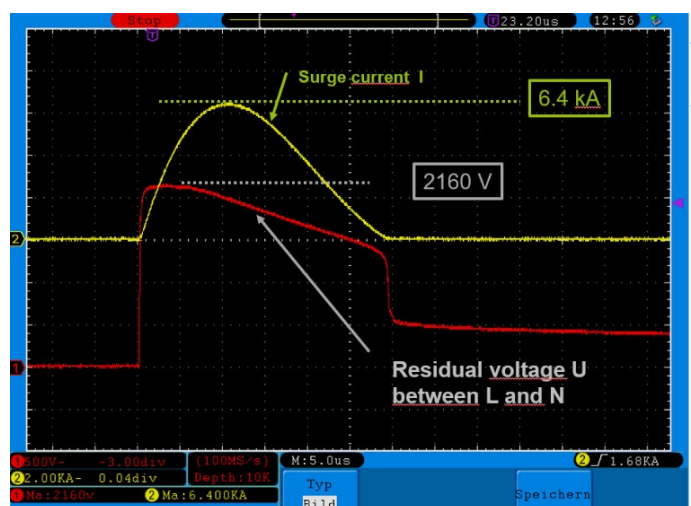
układ 4+0



**Porównanie U_{res} pomiędzy L-N
 U_{res} 1300 V vs. 2160 V!?**



Impuls 7,84 kA został ograniczony do 1300 V



Impuls 6,4 kA został ograniczony do 2160 V

Oznacza to, że akceptując tańsze ograniczniki połączone w układzie 4+0 narażamy chronioną instalację na niepotrzebnie wysokie poziomy przepięć. A to może w istotny sposób ograniczać żywotność elementów instalacji podwyższając koszty utrzymania instalacji.

Phoenix Contact będąc świadomym lepszych efektów ochrony oraz w trosce o użytkowników końcowych, od samego początku oferuje do ochrony sieci pięcioprzewodowych ograniczniki w układzie 3+1.

18 Czy należy stosować ograniczniki przepięć?

Na to pytanie odpowiedź można znaleźć w normach i ustawach np.:



DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 7 czerwca 2019 r.

Poz. 1065

**OBWIESZCZENIE
MINISTRA INWESTYCJI I ROZWOJU¹⁾**

z dnia 8 kwietnia 2019 r.

w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Dziennik Ustaw

– 49 –

Poz. 1065

Rozdział 8

Instalacja elektryczna

§ 180. Instalacja i urządzenia elektryczne, przy zachowaniu przepisów rozporządzenia, przepisów odrębnych dotyczących dostarczania energii, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy, a także wymagań Polskich Norm odnoszących się do tych instalacji i urządzeń, powinny zapewniać:

- 1) dostarczanie energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych do odbiorników, stosownie do potrzeb użytkowych;
- 2) ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami;
- 3) ochronę przed emisją drgań i hałasu powyżej dopuszczalnego poziomu oraz przed szkodliwym oddziaływaniem pola elektromagnetycznego.

§ 192f. 1. Punkt połączenia instalacji telekomunikacyjnej z publiczną siecią telekomunikacyjną (punkt styku) powinien:

3. W instalacji telekomunikacyjnej należy zastosować urządzenia ochrony przed przepięciami, a gdy instalacja może być narażona na przetężenie – również w urządzenia ochrony przed przetężeniami, natomiast elementy instalacji wyprowadzone ponad dach należy umieścić w strefie chronionej przez instalację piorunochronną, o której mowa w § 184 ust. 3, lub bezpośrednio uziemić w przypadku braku instalacji piorunochronnej. Instalacje antenowe wychodzące ponad dach oraz dłuższe ciągi instalacji antenowych w budynkach (przekraczające 10 m) powinny być chronione ochronnikami zabezpieczającymi od przepięć od wyładowań bezpośrednich i pośrednich.

Wskazówki i wnioski wynikające z norm, przykład:

Norma: PN-HD 60364-4-443:2016-03

Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi – Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi

Wnioski praktyczne: – ochronę przed przepięciami należy zastosować w:

- a) obiektach, w których awaria może spowodować **zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego**: zakłady opieki medycznej, obiekty służb odpowiadających za bezpieczeństwo publiczne,
- b) obiektach, w których awaria może spowodować **przerwy w świadczeniu usług dla ludności i zagrożenie dziedzictwa kulturowego**: muzea, centra teleinformatyczne,
- c) obiektach, w których awaria może spowodować konsekwencje w zakresie działalności handlowej lub przemysłowej: hotele, banki, centra handlowe, zakłady przemysłowe, gospodarstwa rolne,
- d) obiektach, w których awaria może spowodować **konsekwencje dla dużej liczby osób**, np. duże budynki, biura, szkoły.

Jeżeli nasz obiekt nie kwalifikuje się do żadnej z wymienionych powyżej grup, **to wymagana jest ocena ryzyka** w celu ustalenia, czy konieczne jest stosowanie środków ochrony przed przepięciami przejściowymi.

**Jeśli ocena ryzyka nie została wykonana,
instalację elektryczną należy wyposażać w ograniczniki przepięć**

19

Zabezpieczanie nadprądowe ograniczników przepięć, czy bezpiecznik przepala się zawsze przy przepływie prądu piorunowego?

W informacjach zawartych w kartach katalogowych ograniczników przepięć powinny znajdować się informacje jakie maksymalne zabezpieczenie nadprądowe od strony źródła zasilania może „widzieć” dany model ogranicznika. Jest to też informacja o maksymalnym prądzie zwarciovym, jaki bezpiecznie ogranicznik przetrwa w oczekiwaniu na otwarcie zabezpieczenia.

Każdy SPD w praktyce posiada inną maksymalną wartość takiego zabezpieczenia!

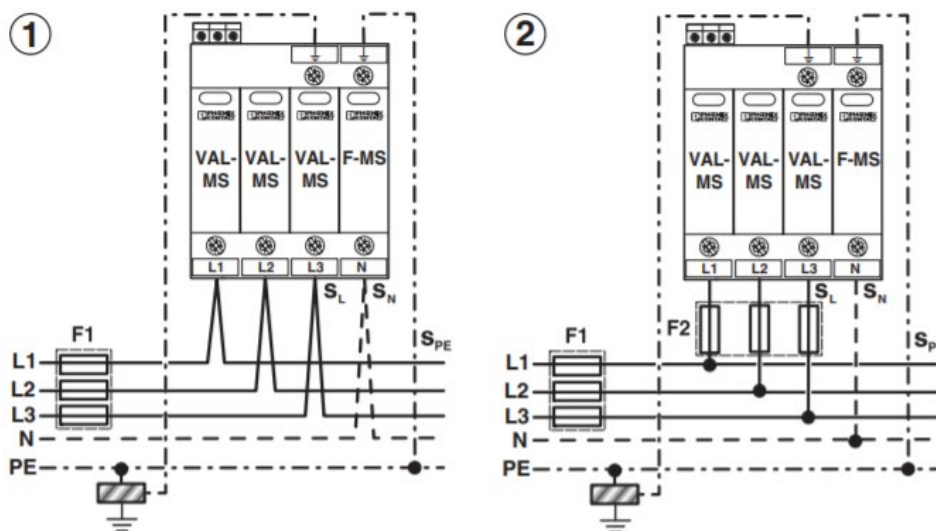
Ze względu na jakość użytych wewnętrznych elementów, każdy model SPD może mieć tą wartość zupełnie inną, stąd należy bezwzględnie spojrzeć do karty katalogowej produktu. Mimo woli nasuwa się tutaj refleksja, jeśli wartość tego dopuszczalnego poprzedzającego zabezpieczenia nadprądowego jest niezwykle niska, sugeruje to, że jakość tego SPD prawdopodobnie jest nie za wysoka.

Gdzie możemy sprawdzić taką informację?

Oto przykład pozyskania takiej informacji dla uniwersalnego ogranicznika firmy Phoenix Contact:

VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+1 2800184

1. wejdź na www.phoenixcontact.pl
2. wyszukaj produkt np. po numerze katalogowym: 2800184
3. przejdź do zakładki „Dane techniczne”
4. w dziale „Układ ochronny” znajdziesz parametr: **Maksymalne zabezpieczenie wstępne w instalacjach w układzie promieniowym** (dla naszego przykładu wynosi: **160 A (gG)**)
5. Lub z zakładki „Do pobrania” można pobrać ulotkę do opakowania z odpowiednimi informacjami:



①

F1	$s_L = s_N$	$s_{PE(N)}$
A gG	mm ²	mm ²
25	10	16
35	10	16
40	10	16
50	10	16
63	10	16
80	16	16

②

F1	F2	$s_L = s_N$	$s_{PE(N)}$
A gG	A gG	mm ²	mm ²
25		10	16
35		10	16
40		10	16
50		10	16
63		10	16
80		10	16
100		16	16
125		16	16
160		25	25
> 160	160	25	25

W przypadku SPD: **VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+1** maksymalne poprzedzające zabezpieczenie nadprądowe to 160AgG. Wartość 80A dotyczy przypadku przyłączenia SPD w układzie „V”. Informacja zawiera też relację pomiędzy zastosowanym zabezpieczeniem w amperach a przekrojami zastosowanych przewodów. W przypadku, jeśli poprzedzające zabezpieczenie nadprądowe ma wartość większą niż katalogowa wartość maksymalna wówczas ogranicznik należy dodatkowo dobezpieczyć. Przy wartościach mniejszych brak konieczności stosowania dodatkowych zabezpieczeń.

Ogranicznik nie może „widzieć” od strony źródła zasilania bezpiecznika o wartości większej niż dopuszczalna dla niego

Dane laboratoryjne pokazują ciekawe informacje, mianowicie istnieje taki poziom wartości prądu bezpieczników, gdzie przy spodziewanych zgodnie z normami częściowych prądach piorunowych, nie następuje ich przerwanie. Tak więc mamy dwa możliwe scenariusze przy pracy SPD: bezpieczniki o małych wartościach prądu – obiekt ochroniony, SPD zdąży, ale bezpiecznik w końcu przerywa zasilanie. Drugi wariant: duża wartość bezpiecznika (powyżej 160-200AgG) pojawiający impuls prądu zostanie odprowadzony przez SPD, bezpiecznik zachowa ciągłość zasilania.

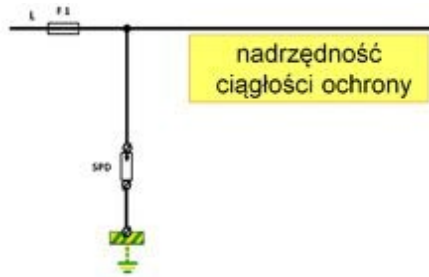
Prąd znamionowy I_n bezpiecznika NH (gG kategoria)	Bezpiecznik przepala prąd (8/20) μ s	Bezpiecznik przepala prąd (10/350) μ s
16 A	4.0 kA	1.0 kA
25 A	6.5 kA	1.3 kA
32 A	9.0 kA	1.6 kA
40 A	12.0 kA	2.8 kA
63 A	20.0 kA	5.0 kA
80 A	25.0 kA	6.5 kA
100 A	35.0 kA	8.5 kA
125 A	45.0 kA	11.0 kA
160 A	60.0 kA	15.0 kA
200 A	80.0 kA	20.0 kA
250 A	100.0 kA	25.0 kA

Przykłady parametrów relacji pomiędzy prądem znamionowym a prądami udarowymi bezpieczników w wykonaniu NH

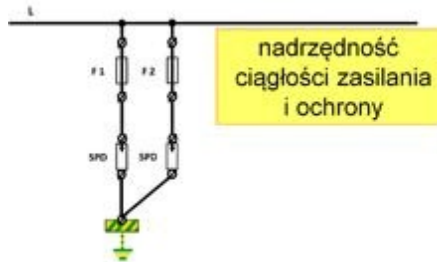
Jeśli rozważamy klasę ochrony obiektu LPL I, gdzie możemy się spodziewać maksymalnych częściowych prądów piorunowych na wejściu pojedynczej sieci pięcioprzewodowej do 100 kA 10/350 μ s. Zakładając, zgodnie z PN-EN 62305, równy podział tego prądu na każdy nieuziemiiony przewód przypada do 25 kA 10/350 μ s, wkładka bezpiecznika o wartości 250 AgG powinna zachować ciągłość. W praktyce przy dodatkowych obwodach, odpływach, wartości bezpieczników które przetrwają mogą być mniejsze, nawet 160 AgG.

Sytuacja codzienna, uzgodnione wartości zabezpieczeń z operatorem zasilania mogą zawierać się w znacznie niższych wartościach. Wtedy może się zdarzyć, że ochroniony ogranicznikiem obiekt utraci zasilanie, ponieważ przy np. przy bezpieczniku 63 A już znikomy prąd piorunowy wystarczy, aby przerwać jego ciągłość.

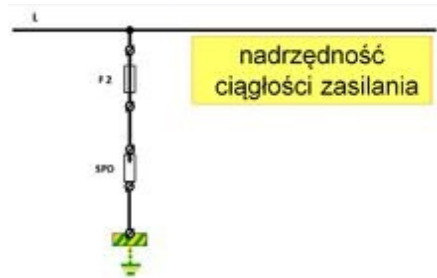
W zależności od znaczenia ochrony obiektu bezpiecznik może być użyty na trzy sposoby (PN-HD 60364-5-534)



Obiekt ma być bezwzględnie chroniony nawet kosztem utraty zasilania, to jedyny bezpiecznik (warunek jak powyżej) powinien się znaleźć przed odbiornikiem w torze zasilania. Ogranicznik połączony równoległe przed chronionym obiektem (bez bezpiecznika).



Jeśli obiekt musi być chroniony, ale musi też być stale zasilany, należy na wejściu zasilania wykonać dwie identyczne gałęzi zawierające dwa jednakowe zestawy w szeregu: ogranicznik+ bezpiecznik. Jeśli się zdarzy, któryś z zestawów zostanie uszkodzony, drugi będzie nadal aktywny.



I przypadek trzeci, gdy w obwodzie zasilania brak jest bezpiecznika szeregowo zainstalowanego. Jest on jedynie w obwodzie z ogranicznikiem. W tym przypadku mamy do czynienia z nadrzędnością zasilania w stosunku do ochrony. Niezależnie od stanu ogranicznika, odbiornik jest zasilany.

20 Jak czytać oznaczenia znajdujące się na ogranicznikach przepięć?

Podstawowe dane o parametrach ograniczników przepięć powinny znajdować na elementach ich budowy. Poniżej przykłady naklejek znajdujących się u spodu podstawki ogranicznika **VAL-MS-T1/T2 1000DC-PV/2+V** (górne zdjęcie) i na jego poszczególnych wkładkach (dolne zdjęcie), jest to ogranicznik stosowany w obwodach DC instalacji fotowoltaicznej:

U_{CPV} – maksymalne ciągłe napięcie robocze (przy jakim może pracować SPD);

U_P – napięciowy poziom ochrony (do którego SPD ogranicza przepięcie na swoich zaciskach);

I_L – nominalny prąd obciążenia podwójnych zacisków podstawki;

I_n – nominalny prąd wyładowania o kształcie fali 8/20 μ s używany podczas testów klasy II. Podaje zdolność ogranicznika do wytrzymania 15 impulsów szczytowej wartości I_n przy kształcie fali 8/20 μ s;

I_{imp} – nominalny prąd udarowy o kształcie fali 10/350 μ s używany podczas testów klasy I;

I_{SCPV} – odporność na zwarcie kompletnego ogranicznika; T1 w kwadracie – ogranicznik T1, który przeszedł testy klasy I;

T2 w kwadracie – ogranicznik T2, który przeszedł testy klasy II;

dotychczasowy opis K-326 odnosi się do daty produkcji.

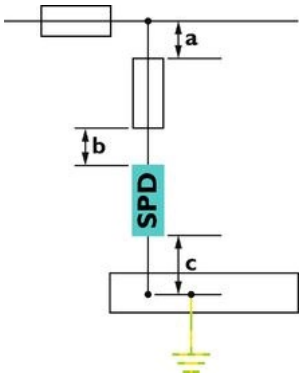


Należy pamiętać, że oznaczenia podawane na poszczególnych wkładkach odnoszą się tylko do parametrów tej wkładki a nie całego ogranicznika. Jak również o tym, że aparaty dedykowane do instalacji PV nie powinny być stosowane w innych obwodach DC.

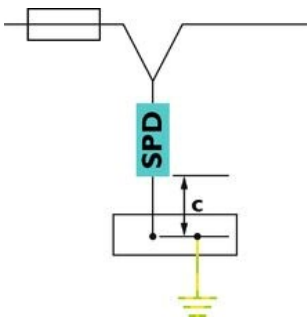
21 Zaoszczędzić miejsce? To tylko ogranicznik przepięć ze zintegrowanym bezpiecznikiem!

W pewnych sytuacjach elementy wchodzące w skład instalacji elektrycznej muszą być chronione dodatkowym zabezpieczeniem nadprądowym. Dotyczy to też ograniczników przepięć i stanowi jeden z punktów przy wprowadzaniu ich do instalacji.

Z dodatkowym bezpiecznikiem wiążą się dodatkowe pogorszenia parametrów napięciowych działania ogranicznika, gdyż tak na połączeniach jak i bezpieczniku odkładają się spadki, które pogarszają parametry, a tym samym skuteczność ochrony.



Długości przewodów łączących zwłaszcza ogranicznik typ T1 powinny być traktowane restrykcyjnie. Normy obowiązujące na zachodzie mówią wprost długości łącznie obu przewodów nie mogą przekraczać około 0,5 metra.



Temat można częściowo ominąć, jeśli zastosujemy układ przelotowy zwany też układem „V”, tutaj jednak musimy brać pod uwagę maksymalny prąd pracy ciągłej rozpatrywanego aparatu i być może też należy rozważyć zabezpieczenie w torach zasilających.

Bardzo ciekawa pod względem technicznym jest rodzina ograniczników przed przepięciami z technologią Safe Energy Control. Dzięki swoim parametrom elektrycznym, ogranicza ilości zabezpieczeń nadprądowych. Może bezpiecznie pracować przy zabezpieczeniach do 315 AgG. Zwłaszcza ciekawa jest pod tym względem HYBRYDA: FLT-SEC-H-T1...

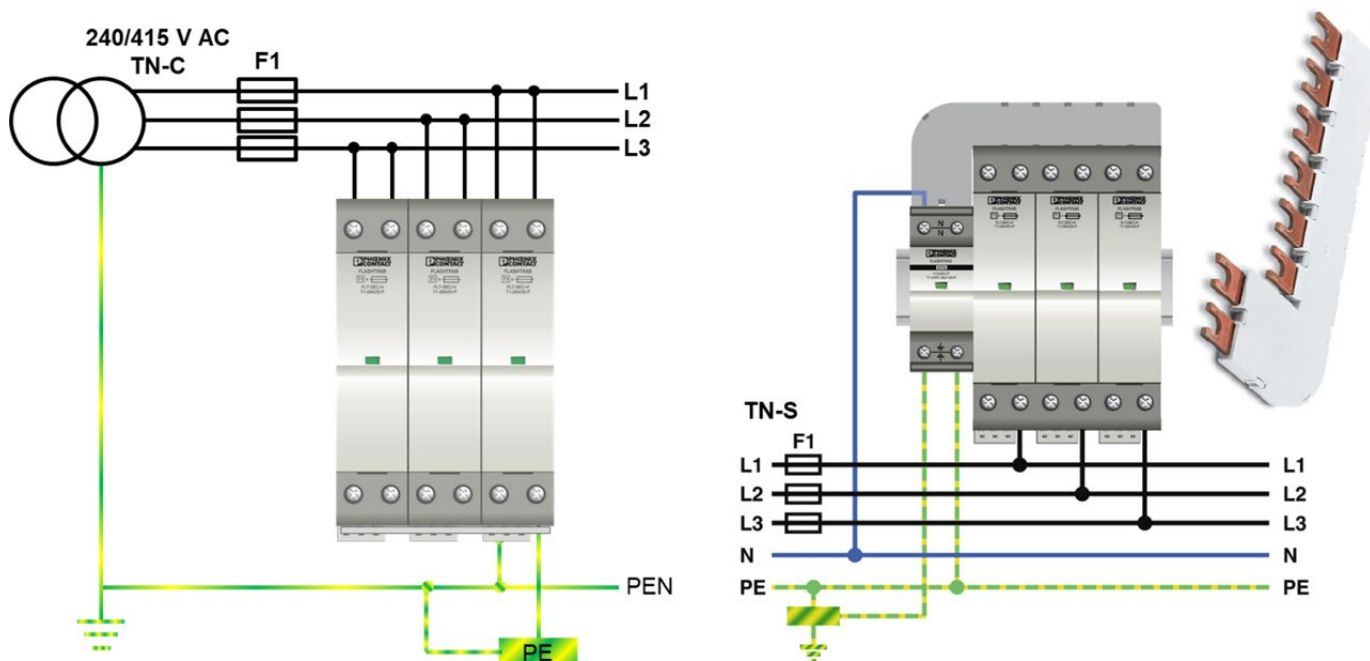
W rozdzielnicach chronionych od strony zasilania, gdzie wartości bezpieczników oscylują w zakresie setek czy tysięcy amperów jest to rozwiązanie niewielkie gabarytowo, modułowe z wymienną wkładką.



Wymienny element ogranicznika zawiera odgromnik o konstrukcji iskiernikowej wraz z bezpiecznikiem. Jest to na dzień dzisiejszy jedyne takie rozwiązanie na rynku.

Dzięki temu w rozdzielnicach nie jest potrzebne dodatkowe miejsce, uzyskuje się lepsze poziomy ochrony a do tego zyskujemy możliwość sprawdzania SPD zgodnie z wymaganiami PN-EN 62305-3 przy pomocy przenośnego laboratorium o nazwie CHECKMASTER 2, które to urządzenie posiada specjalny interfejs do elektrycznego badania takich wkładek. Pokazane poniżej rozwiązania można znaleźć a katalogu: [Ochrona przed przepięciami, zasilacze i wyłączniki 2019/2020](#)

Poniżej przykład, rozwiązanie dla układu sieci TN-C i TN-S.



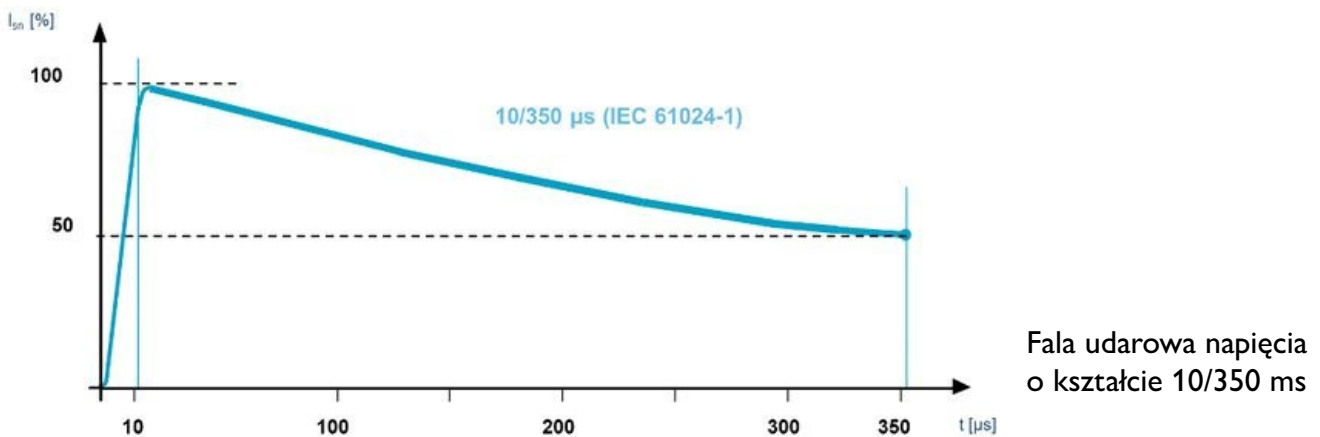
22

Dlaczego należy zabezpieczać ogranicznik przepięć?

Bardzo często na szkoleniach, czy spotkaniach z klientami pojawiają się zapytania dotyczące zasadności stosowania bezpieczników wraz ogranicznikami przepięć.

„Dlaczego zabezpieczać element, który z racji swojej funkcji ma za zadanie w pewnych przypadkach ulec zniszczeniu w celu ochronny pozostałych elementów instalacji?”

Prawidłowe działanie ochrony przeciwprzepięciowej w dużej mierze zależy od poprawnej koordynacji z zabezpieczeniami nadprądowymi, które chronią urządzenia w instalacji elektrycznej przed skutkami zwarć w ogranicznikach przepięć. Najlepiej zasadę działania oraz złożoność omawianego zagadnienia jest przedstawić na przykładzie ograniczników typu I.



Wyładowcze środki ochrony, zdolne ograniczać prądy o kształcie fali udarowej 10/350 µs charakteryzują 3 główne stany pracy:

1. Przy napięciu znamionowej pracy nie przekraczającym napięcia zadziałania U_c ogranicznik przepięć jest transparentny dla przepływającego prądu, a rezystancja w układzie ostrze-ostrze iskiernika mierzona jest w gigaomach.
2. Wzrost napięcia udarowego powyżej poziomu napięcia zapłonu, skutkuje tym iż w przestrzeni między elektrodowej dochodzi do silnego zjonizowania gazu, który tworzy kanał przewodzący zawierający ze sobą dwie elektrody (mechanizm Thomsenda). W wyniku tego zjawiska napięcie obniża się do wartości wymuszonej rezystancją palącego się łuku. Prądy wyładowczy odprowadzony zostaje przewodem PE/PEN do wspólnej szyny uziemiającej a jego wartość ograniczona jest impedancją drogi przepływu oraz kształtem fali udarowej (czas narostu czoła i czasu opadania grzbietu).
3. W silnie zjonizowanym kanale prąd wyładowczy generuje przepływ prądu następczego, który podtrzymywany jest napięciem roboczym sieci. Jego wartość jest równy spodziewanemu prądowi zwarciovemu w miejscu ogranicznika przepięć. Prąd następczy, a szczególnie jego skutek cieplny powinien być eliminowany przez środki ochrony przeciwprzepięciowej. Należy mieć na względzie również ewentualną możliwość uszkodzenia samego ogranicznika (galwaniczne zwarcie w przestrzeni między elektrodowej), w wyniku przepięcia czy też zjawisk starzeniowych i działania czynników zewnętrznych. Wywczas zwarcia powstałe w wyniku powyższych czynników może wyłączyć jedynie zabezpieczenie nadprądowe.

Niezwykle istotnym parametrem określającym jakość ogranicznika przepięć jest jego zdolność wyłączania prądu następczego. Jeżeli parametr ten jest niższy niż możliwy prąd zwarciovemu jaki może wystąpić w chronionym układzie, **wówczas należy zastosować bezpiecznik topikowy w celu umożliwienia wyłączenia prądu następczego w czasie przejścia przez zero.**

Zdolność gaszenia prądu następczego I_{fi} (L-N)	50 kA
Zdolność gaszenia prądu następczego I_{fi} (N-PE)	100 A
Odporność na zwarcia I_{SCCR}	50 kA

Oczywiście ktoś może stwierdzić :

„Zaraz, zaraz przecież wartość prądu wyładowczego może okazać się znacznie wyższa niż poziom prądu roboczego wkładki bezpiecznika. Czy sam bezpiecznik nie wystarczy?”

W tym przypadku odpowiedź może być tylko jedna – nie!

W czasie przejścia fali udarowej następuje przepalenie topika wkładki bezpiecznikowej, jednak do pełnego jego rozpadu dochodzi po całkowitym przejściu fali przepięciowej. Tym samym ochrona nadprądowa nie jest w stanie przerwać ani w żaden sposób ograniczyć jej skutków.

Obecnie produkowane ograniczniki przepięć cechują wysokie parametry dotyczące odprowadzania prądu udarowego oraz ograniczania skutków działania prądu następczego.



Coraz to lepsze konstrukcje komór gaszeniowych iskierników pozwalają na uzyskiwanie bardzo dobrych parametrów technicznych i wysoką skuteczność działania. Producent zobligowany jest do umieszczania w kartach katalogowych informacji dotyczących wartości prądu maksymalnego prądu roboczego oraz zwarciovego, a tym samym wartości wkładek bezpiecznikowych niezbędnych do prawidłowego zabezpieczenia ogranicznika przepięć i realizacji ograniczenia skutków działania prądu następczego.

HYBRYDA typu 1 o rozbudowanej komorze gaszeniowej.

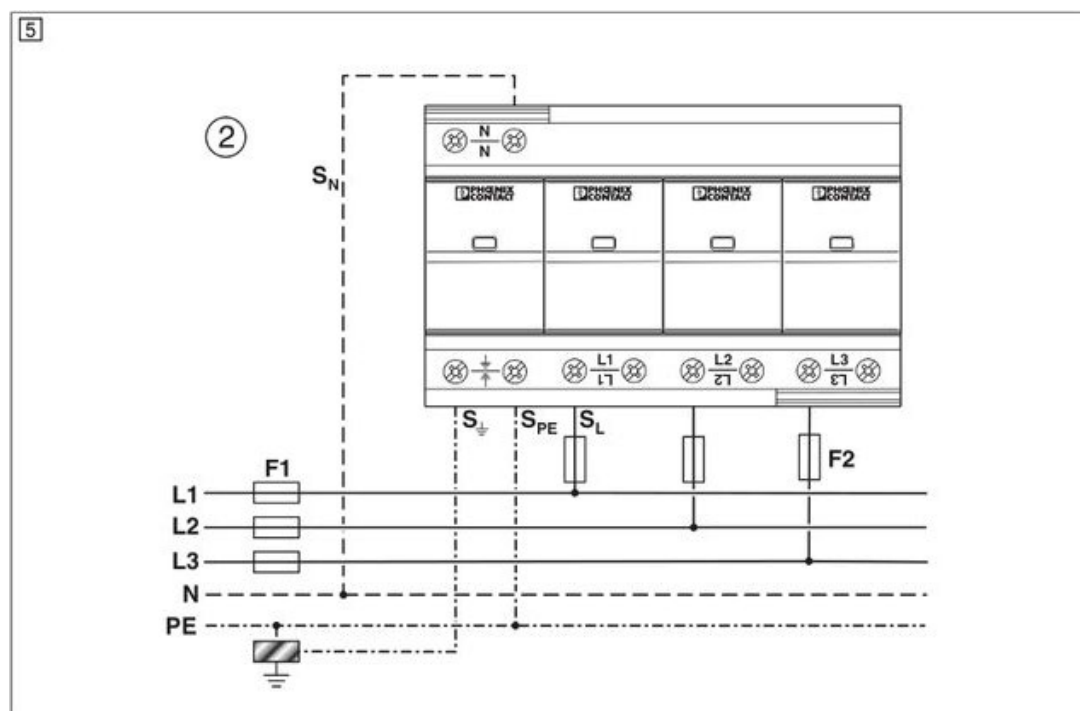
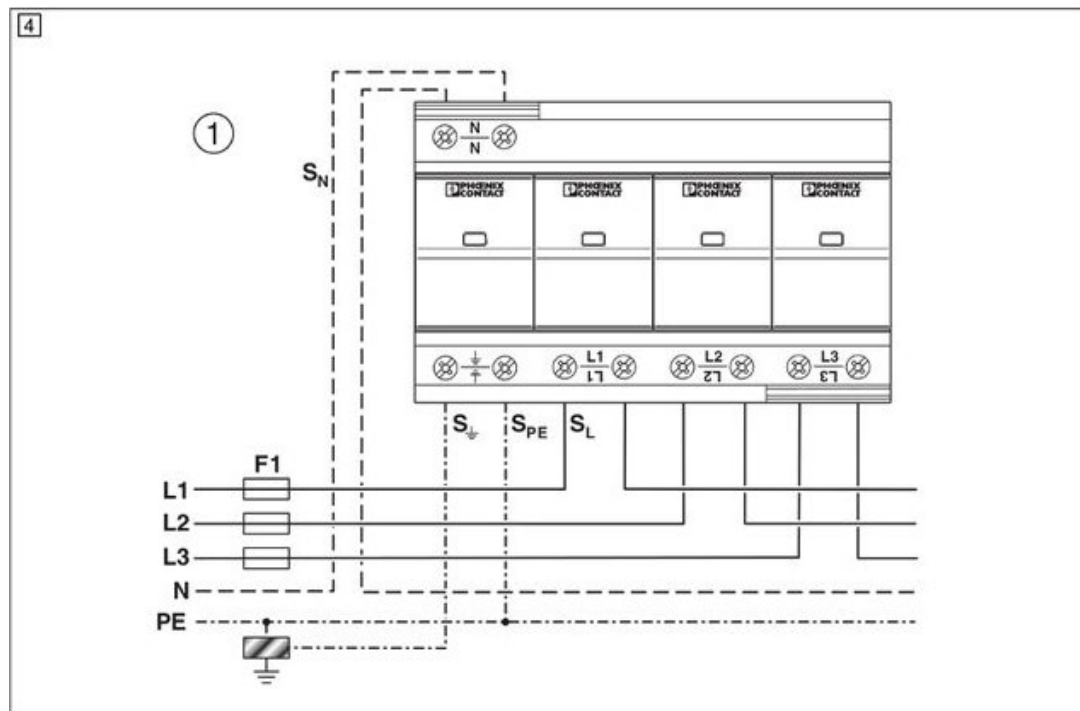
Bezpiecznik stosowany jako dodatkowy element zabezpieczający powinien posiadać parametry znamionowe identyczne jak te wymagane przez producenta, patrz tabela poniżej:

①	F1 A gG	$s_L = s_N$ mm ²	$s_{PE(N)} (s_{PE(N)} = s_{\downarrow})$ mm ²
	40	10	10 (16)
	50	10	10 (16)
	63	10	10 (25)
	80	16	16 (25)
	100	25	25
	125	35	35

②	F1 A gG	F2 A gG	$s_L = s_N$ mm ²	$s_{PE(N)} (s_{PE(N)} = s_{\downarrow})$ mm ²
	40		6	6 (16)
	50		10	10 (16)
	63		10	10 (16)
	80		10	10 (25)
	100		16	16 (25)
	125		16	16 (25)
	160		25	25
	200		25	25 (35)
	250		35	35
	315		2x 25	2x 25
	400		2x 25	2x 25 (2x 35)
	500	≤ 315	2x 25	2x 25
	≥ 630	≤ 400	2x 25	2x 25 (2x 35)

Z instrukcji instalacyjnej przykładowa tabela doboru dodatkowych zabezpieczeń nadprądowych, F2, w zależności od sposobu połączenia oraz zastosowanego bezpiecznika w przewodach fazowych. Parametry dotyczą odgromnika typu 1: FLT-SEC-P-T1-3S-440/35-FM – 2908264

Warianty połączeń:



Podsumowując: kiedy zatem stosujemy dodatkowe zabezpieczenie ogranicznika przepięć?

- W celu eliminacji skutków działania prądu następczego, w przypadku gdy spodziewany prąd zwarciový w znacznym stopniu przekracza parametry wyłączeniowe ogranicznika,
- W celu zabezpieczenia przewodów w gałęziach w których są zainstalowane ograniczniki przepięć ,
- W celu ochrony przeciwporażeniowej w przypadku wystąpienia trwałego zwarcia L-PE lub L-PEN w samym ograniczniku. Dodatkowo chronią przed przekroczeniem wytrzymałości zwarciový urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej. Warto przy tym powtórzyć, że zjawisko prądu następczego może dotyczyć ograniczników typu 1 o konstrukcji iskiernikowej.

Mam nadzieję, że przedstawione informacje pozwolą rozwiązać chociaż część wątpliwości z jakimi mogą borykać się użytkownicy.

23 Ograniczniki przepięć wydłużają gwarancje na zasilacze?



W epoce Industry 4.0 i Internetu rzeczy dyspozycyjność systemów nabiera najwyższego znaczenia a bezawaryjna praca maszyn i urządzeń zaczyna się od zapewnienia ciągłości zasilania. Ponieważ nawet najlepsze urządzenia elektroniczne mogą zostać uszkodzone permanentna ochrona przed przepięciami stała się ważnym elementem każdej instalacji. Stosując najbardziej zaawansowane zasilacze serii QUINT4 Phoenix Contact razem z ogranicznikiem przepięć PLT-SEC-T3-230-FM-PT zmniejszamy ryzyko uszkodzenia zasilacza i wydłużamy jego czas pracy.

O szczegółach pięcioletniej gwarancji nie tylko na wkładki ograniczników przepięć serii SEC ale i zasilaczy z serii QUINT4 można przeczytać na stronie: <http://phoe.co/zasilacz>

24 Czym różnią się ograniczniki opisane jako: T1/T2 i T1+T2, który z nich to ogranicznik kombinowany?

Norma PN-EN 61643-11 dotycząca niskonapięciowych urządzeń do ograniczania przepięć wyróżnia 3 typy ograniczników:

- **SPD typu ucinającego napięcie, np.: iskierniki**
(„charakteryzujące się dużą impedancją przy braku napięcia, która zmniejsza się gwałtownie w odpowiedzi na wystąpienie udaru napięciowego”),
- **SPD typu ograniczającego napięcie np.: warystory**
(„charakteryzujące się dużą impedancją, przy braku napięcia, która zmniejsza się w sposób ciągły w miarę wzrostu napięcia i prądu udarowego”),
- **SPD typu kombinowanego**, które powinny zawierać zarówno elementy ucinające napięcie, jak i elementy ograniczające napięcie (iskierniki i warystory).

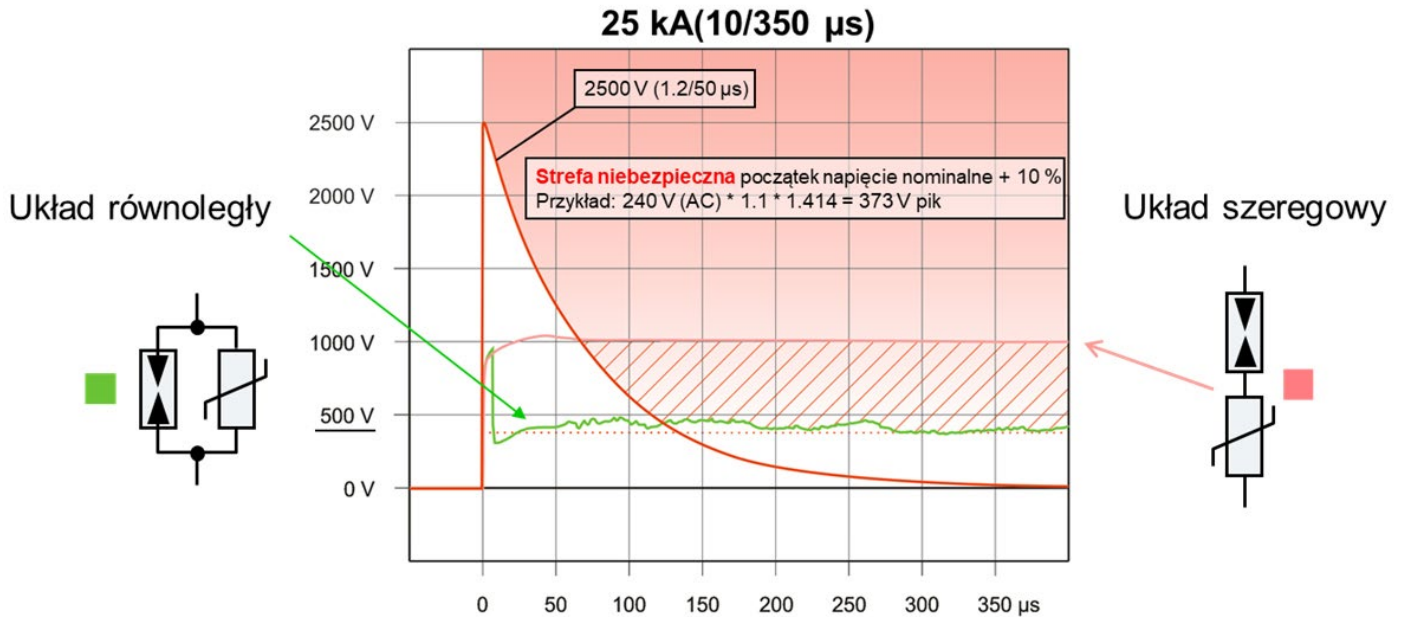
Sama norma w praktyce ogranicza się jedynie do tej definicji i nie opisuje żadnych specyficznych prób dla „Klasy Kombinowanej” Producent ma dowolność w zawartości opisów przy większej ilości prób niż jedna.

Z powodu braku klarownego opisu w normie PN-EN 61643-11 tego, jak powinny być połączone takie elementy aktywne w typie kombinowanym, w praktyce można spotkać dwa różne mogące powstać w granicach tej definicji ograniczniki przepięć. Raz elementy są łączone równoległe, a innym razem szeregowo.

Stąd pewien marketingowy „bałagan” ograniczniki skomplikowane technicznie, zawierające kilka różnych elementów wewnątrz, są nazywane też kombinowanymi. **Mimo, że te dodatkowe elementy bezpośrednio same nie odprowadzają groźnych zjawisk, przykładem niech będą małe elementy układu zapłonowego wewnątrz potężnych iskierników.**

Należy również odnotować fakt, że firmy ofertujące ogranicznik przepięć często jako ogranicznik kombinowany proponują rozwiązania, które nie są ogranicznikami, które spełniają wymagania normy PN-EN61643-11. Po wpisaniu w przeglądarkę np. zdania ogranicznik przepięć kombinowany przyglądając się grafikom i schematom można stwierdzić, że proponują rozwiązania oparte o układ jedno-elementowy ewentualnie dwu-elementowy ale połączony szeregowo.

Połączenie szeregowe, choć niewątpliwie ciekawe i w zasadzie bez prądu upływu w dziedzictwie po warystorze przenosi jego wadę: przy testach prądem piorunowym 10/350 μ s, U_{res} uparcie i długotrwałe nie chce się zmieścić pod krzywą 1,2/50, którą opisywana jest odporność urządzeń i ich interfejsów.



Jeśli więc mamy do ochrony sprzęt w kategorii przepięciowej II lub lepiej I (czyli np. wrażliwe systemy obliczeniowe) to możemy nie uzyskać zwrotu z inwestycji. Albowiem długotrwała ekspozycja na działanie wysokiej wartości U_{res} zwyczajnie skraca żywotność systemów. Na granicy stref LPZ 0 i LPZ 1 zaleca się stosowanie ogranicznika typu ucinającego napięcie lub kombinowanego, w którym wykorzystano technologię iskiernikową. Zalecana wartość prądu impulsowego 10/350 μ s – 25 kA/pole.

Dodatkowo należy pamiętać, że aby producent ograniczników przepięć mógł nadać oznaczenia typu T1, T2, T3, ... powinny zostać wykonane odpowiednie testy odpowiednio klasy I, II a nawet III (wg PN-EN 61643-11):

Typ SPD	Wymagana informacja	Procedury testów
Klasa I – Typ 1	I_{imp}	8.1.1; 8.1.2; 8.1.3
Klasa II – Typ 2	I_n	8.1.2, 8.1.3
Klasa III – Typ 3	U_{OC}	8.1.4; 8.1.4.1

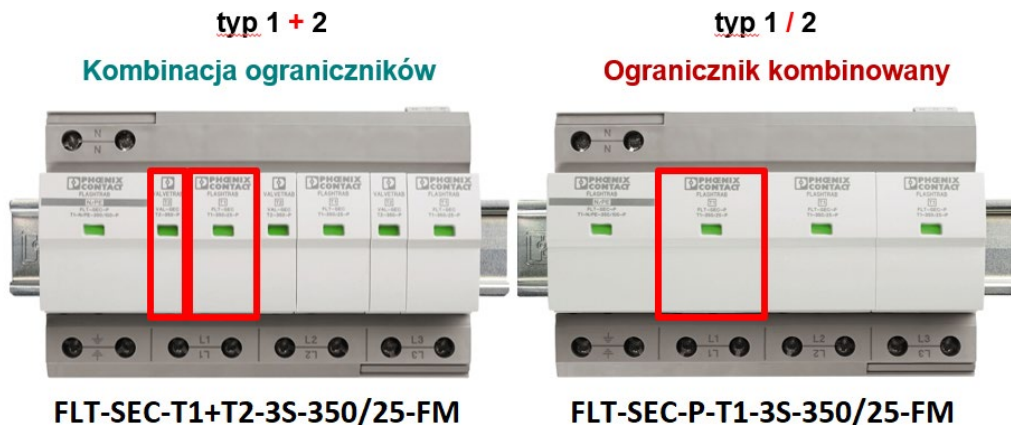
Tabela klas testów dla SPD typu 1, 2 oraz 3:

Jak łatwo zauważyć ograniczniki przepięć T1 przechodzą te same testy co ograniczniki T2. W ten sposób powstała możliwość oznaczania ograniczników T1 np. jako T1/T2. Nie oznacza to jednak że każdy ogranicznik przepięć T1 dostępny na rynku jest tak samo dobrym ogranicznikiem T2. Symbol T1/T2 oznacza tylko że ogranicznik przepięć T1 został przetestowany testami klasy II. Ogranicznik przepięć oznaczany jako T1/T2, bez sprawdzenia jego schematu wewnętrznego, jest tylko przejawem opinii dostawcy o swoim ograniczniku w kontekście całości rynku.

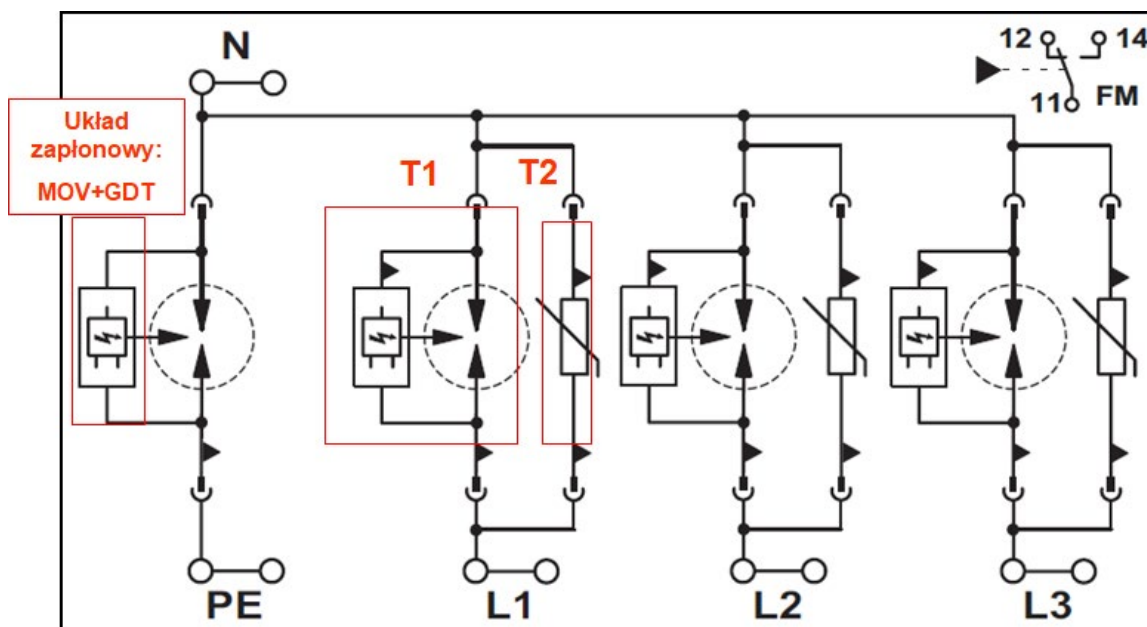
Własna klasyfikacja Phoenix Contact:

+ = kombinacja fizyczna **dwóch osobnych SPD**

/ = jeden SPD z wyspecyfikowanymi dwoma różnymi klasami testów



Oto przykład schematu przywołanej powyżej kombinacji:



Na schemacie widać dla każdej fazy połączone dwa różne ograniczniki przepięć: iskiernik i warystor skoordynowane energetycznie. Całość zaś połączona jest w układzie 3+1.

Takie rozwiązanie jest szybsze niż samotny iskiernik. Dzięki temu też droższy element, iskiernik, nie jest zmuszany do pracy gdy może to zrobić warystor który świetnie radzi sobie z najczęściej występującymi przepięciami o charakterystyce 8/20 μ s. Co też oznacza większą żywotność iskierników. Pokazane rozwiązanie jest jednym z członków rodziny **SEC** (Safe Energy Control), która na wkładki oferuje aż **pięć lat bezwarunkowej gwarancji**.

25

Spis wybranych norm i ustaw związanych z ochroną przed przepięciami w aplikacjach AC oraz fotowoltaicznych w obiektach budowlanych

PN-EN 61643-11:2013-06 – Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia – Wymagania i metody badań

PN-EN 62305:2011 – Ochrona odgromowa – Część 1, 2, 3, 4.

PN-HD 60364-5-534:2016-04 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-534: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie – Urządzenia do ochrony przed przejściowymi przepięciami

PN-HD 60364-4-443:2016-03 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi - Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi

IEC 61643-32:2017 – Low-voltage surge protective devices – Part 32: Surge protective devices connected to the d.c. side of photovoltaic installations – Selection and application principles

PN-EN 61643-31:2019-07 – Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część 31: Wymagania i metody badań dla SPD instalacji fotowoltaicznych

PN-HD 60364-7-712:2016-05 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania

CLC TS 50539-12:2013 – Low-voltage surge protective devices – Surge protective devices for specific application including d.c

Dz. U. 2019 poz. 1186:

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 21 maja 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo budowlane

Rozdział 6 Utrzymanie obiektów budowlanych; Art. 62.

Dz. U. 2019 poz. 1065:

Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie



Dla osób zainteresowanych tematyką ochrony przed przepięciami zapraszamy na nasz blog i strony: www.phoenixcontact.pl/blog

Link do strony głównej firmy Phoenix Contact: www.phoenixcontact.pl

Link do strony z informacjami o ochronie przed przepięciami: www.phoenixcontact.pl/burze

Link do bieżących katalogów: www.phoenixcontact.pl/katalogi

Link do materiałów dodatkowych w postaci pdf, nie tylko o ochronie przed przepięciami: www.phoenixcontact.pl/broszury

Link do konfiguratorów umożliwiających wsparcie przy doborze ochrony przed przepięciami:
www.phoenixcontact.pl/konfigurator_ochrony

Link do ograniczników przepięć chroniących instalacje zasilania AC: www.phoenixcontact.pl/sec

Link do szybkiej podpowiedzi przy doborze ograniczników do chroniących interfejsy AKPiA: www.phoenixcontact.pl/stop-it

Linki do ograniczników przepięć chroniących interfejsy AKPiA

Najmocniejsze z wielostopniową sygnalizacją stanu ogranicznika: www.phoenixcontact.pl/pt-iq

Najwyższe do ochrony interfejsów AKPiA z wersjami sygnalizacji uszkodzenia: www.phoenixcontact.pl/termitrab

Przenośne laboratorium do badania elektrycznego stanu ograniczników posiadających wkładki: www.phoenixcontact.pl/checkmaster

Link do systemu zdalnej oceny stanu ograniczników chroniących zasilanie AC ważnych obiektów: www.phoenixcontact.pl/impulsecheck

Link do newslettera: www.phoenixcontact.pl/newsletter

PL Phoenix Contact Sp. z o.o.
ul. Bierutowska 57-59
51-317 Wrocław
tel. 071 39 80 410
Faks: 071 39 80 499
pxcpl@phoenixcontact.pl
www.phoenixcontact.pl