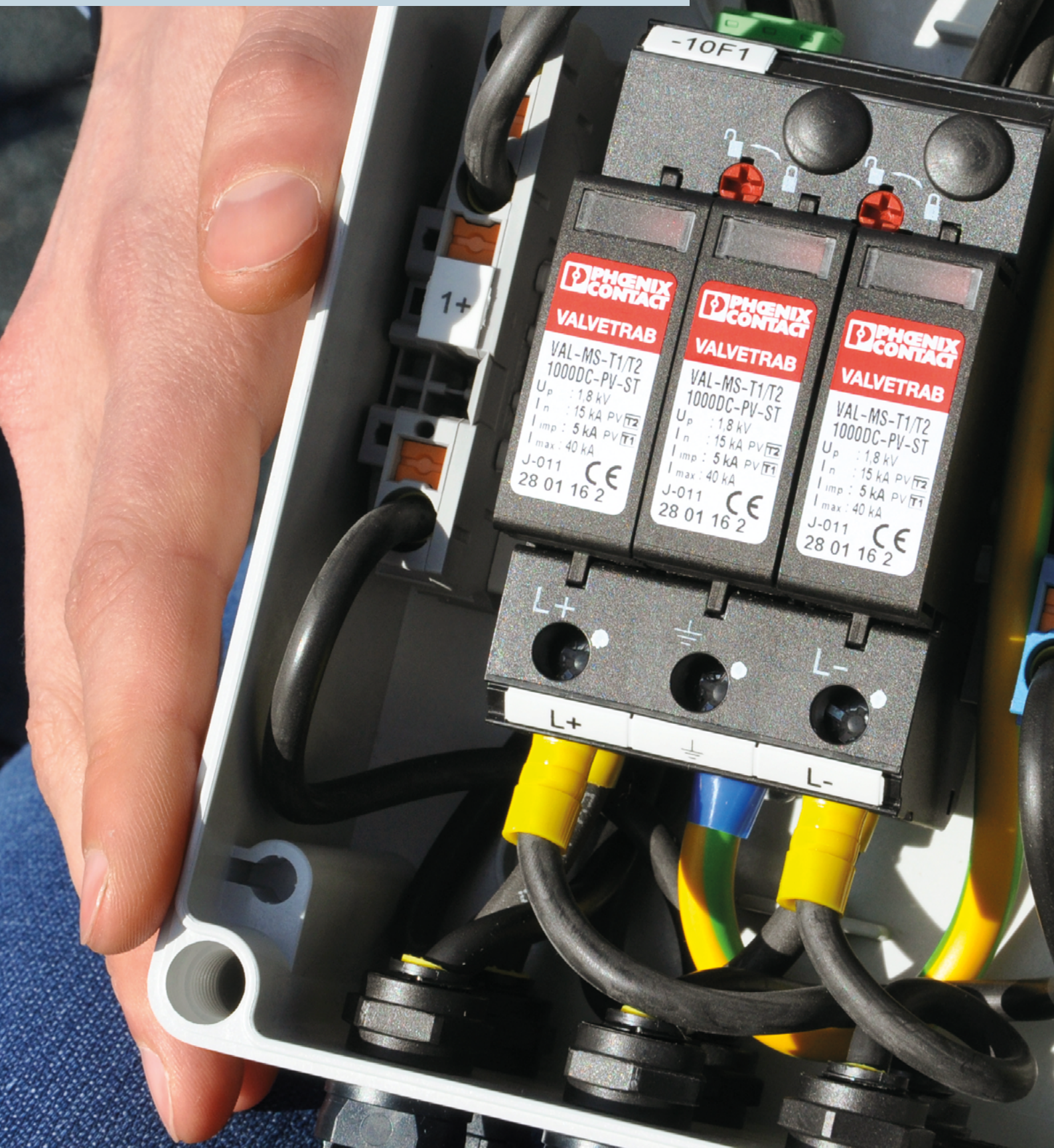
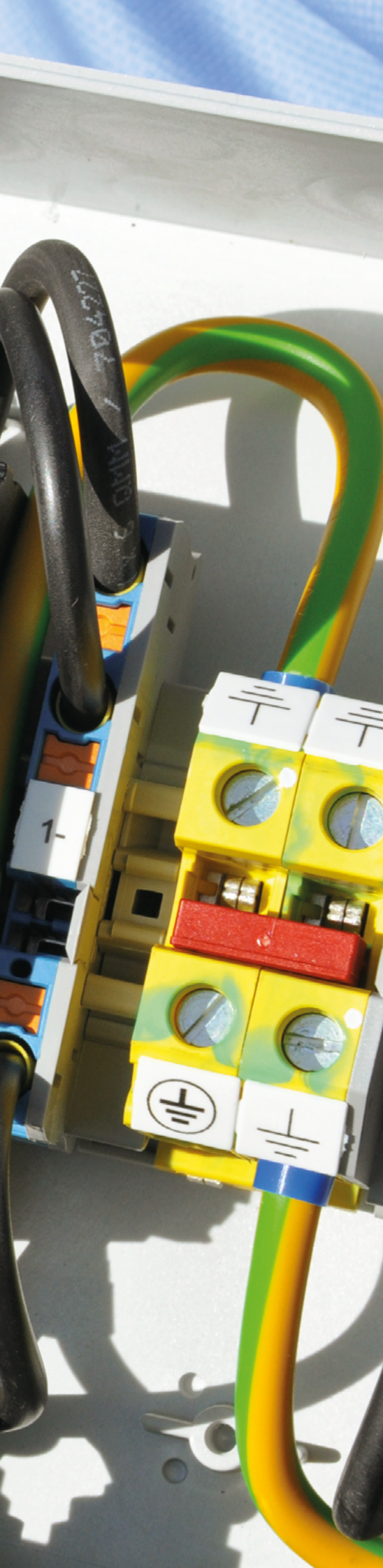


Dobór ograniczników przepięć do aplikacji PV w praktyce

Co każdy projektant i instalator wiedzieć powinien

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).



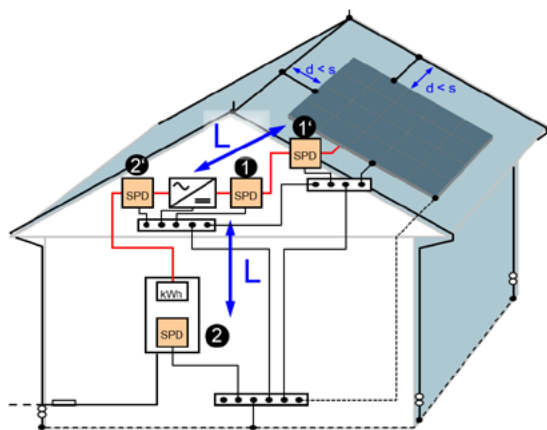
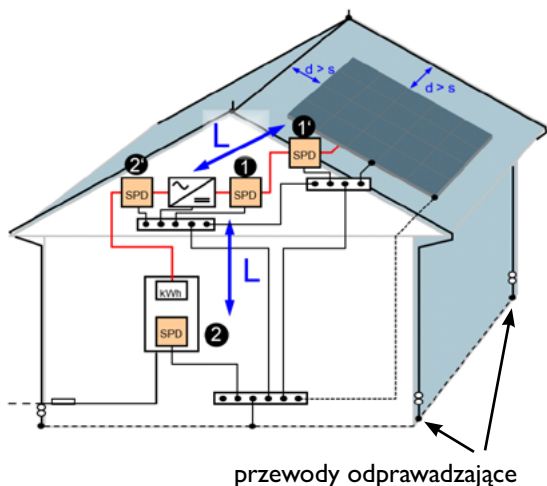
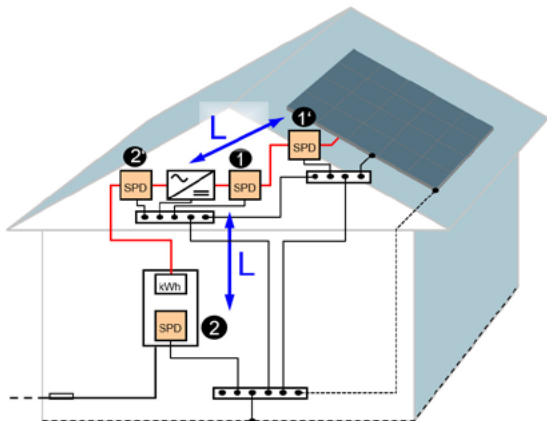


Spis treści

1. Jakie należy zastosować ograniczniki przepięć w zależności od zastanej sytuacji na obiekcie? (zgodnie z IEC 61643-32 przyjęta klasa ochrony obiektu IV)	4
2. Dystans separujący	6
3. Czym są przepięcia?	6
4. Jakie są źródła przepięć?	7
5. Jak rozprzestrzeniają się przepięcia?	8
6. Jak działa ogranicznik przepięć?	9
7. Jak normy opisują przepięcie pochodzenia atmosferycznego i od operacji łączeniowych, które zagrażają instalacjom elektrycznym?	9
8. Jakie występują typy ograniczników przepięć?	10
9. W jakim miejscu należy instalować ograniczniki przepięć?	10
10. Jak sprawdzać ograniczniki przepięć?	12
11. Jak odróżnić ograniczniki przepięć spełniające deklarowane parametry oraz są wysokiej jakości od innych, które często można spotkać i które mogą zagrażać bezpieczeństwu całej instalacji?	13
12. Dlaczego stosując najtańsze ograniczniki przepięć zagraża się swojej instalacji?	14
13. Czy ogranicznik przepięć należy wymieniać po każdym jego zadziałaniu?	14
14. Jakie przekroje powinny mieć przewody PE, gdy montujemy instalację PV?	15
15. Dlaczego stosowanie długich przewodów do połączeń ograniczników przepięć psuje działanie/skuteczność ogranicznika przepięć?	15
16. Czy szeregowe połączenie warystora i iskiernika w aplikacjach fotowoltaicznych jest najlepszym rozwiązaniem chroniącym ceną instalację?	17
17. Skąd wynika zasada, że ograniczniki przepięć chronią dobrze sprzęt elektroniczny do 10 m?	18
18. Obwody AC, SPD konstrukcji warystorowej, dlaczego układ połączeń 3+1 jest bezpieczniejszy niż 4+0?	19
19. Czy należy stosować ograniczniki przepięć?	22
20. Zabezpieczanie nadprądowe ograniczników przepięć, czy bezpiecznik przepala się zawsze przy przepływie prądu piorunowego?	23
21. Jak czytać oznaczenia znajdujące się na ogranicznikach przepięć?	26
22. Spis wybranych norm i ustaw związanych z ochrony przed przepięciami w aplikacjach AC oraz fotowoltaicznych w obiektach budowlanych	27

1 Jakie należy zastosować ograniczniki przepięć w zależności od zastanej sytuacji na obiekcie? (zgodnie z IEC 61643-32 przyjęta klasa ochrony obiektu IV)

Poniżej pokazano trzy przypadki, które można spotkać w rzeczywistych sytuacjach



SPD	Bez instalacji odgromowej	
	przewody L < 10m	przewody L ≥ 10m
1	T2 dla PV	T2 dla PV
1'		T2 dla PV
2	*T1/T2 lub T2	*T1/T2 lub T2
2'		T2

T2 dla PV:	VAL-MS 1000DC-PV/2+V	2800628
T2 3f:	VAL-MS 230/3+1	2838209
T2 1f:	VAL-MS 230/1+1	2804429

* W przypadku jeśli obiekt zasilany jest linią napowietrzną lub w pobliżu znajduje się wysoki obiekt/drzewo wówczas na wejściu do budynku należy stosować model T1/T2: T1/T2: VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+1 [2800184](#)

SPD	Instalacja odgromowa i zachowany dystans separujący	
	przewody L < 10m	przewody L ≥ 10m
1	T2 dla PV	T2 dla PV
1'		T2 dla PV
2	T1/T2	T1/T2
2'		T2

T2 dla PV:	VAL-MS 1000DC-PV/2+V	2800628
T1/T2 3f:	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+1	2800184
T1/T2 1f:	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/1+1	2800187

SPD	Instalacja odgromowa i brak dystansu separującego	
	przewody L < 10m	przewody L ≥ 10m
1	T1/T2 dla PV	T1/T2 dla PV
1'		T1/T2 dla PV
2	T1/T2	T1/T2
2'		T1/T2

T1/T2 dla PV:	VAL-MS-T1/T2 1000DC-PV/2+V	2801160
T1/T2 3f:	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+1	2800184

W praktyce często na wejściu do budynku, po stronie AC, niezależnie od sytuacji stosuje się uniwersalny i szybki ogranicznik **T1/T2: VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+1** dla 3 faz (3f) lub **VAL-MS-T1/T2 335/12.5/1+1** dla jednej fazy (1f)

UWAGA: Wszystkie wymienione ograniczniki dostępne są również ze złączem sygnalizującym uszkodzenie ogranicznika odpowiednio: VAL-MS T1/T2...-FM, VAL-MS../FM

Informacje instalacyjne

SPD na wejściu do obiektu w miejscu 2:

Ogranicznik typu 2 na wejściu zasilania AC do budynku jest wymagany zawsze w głównej skrzynce rozdzielczej. Ogranicznik zainstalowany w skrzynce na granicy posesji jest nieużyteczny dla ochrony obiektu. Gdy obiekt posiada zewnętrzną instalację piorunochronną wówczas należy zastosować ogranicznik przepięć, mający w swoim oznaczeniu T1 (T1/T2; T1+T2) aby wyrównać potencjał na wejściu a tym samym chronić przed pożarem, zgodnie z PN-EN 60364-5-534 oraz PN-HD 60364-4-443:2016. Ograniczniki typu 1 powinny być przyłączane przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm². Minimalna wartość prądu I_{imp} ogranicznika to 12,5 kA 10/350 μs. Bezpieczne są aparaty, których parametry są potwierdzone certyfikatem z badań zgodnie z PN-EN 61643-11, niezależnego laboratorium akredytowanego.

SPD w miejscu 2' nie jest wymagany, gdy:

- falownik oraz główna skrzynka rozdzielcza budynku są połączone do tej samej głównej listwy uziemiającej obiektu, każde przewodem o długości ≤ 0,5 m (na przykład, gdy falownik znajduje się w głównej szafie) lub
- przewody od SPD w głównej skrzynce do falownika są krótsze niż 10 m i przewód PE jest poprowadzony razem z przewodami zasilającymi AC

SPD w miejscu 1 jest wymagany.

SPD w miejscu 1' nie jest wymagany (w przypadku braku instalacji odgromowej lub przy zachowanym dystansie separującym) gdy:

- przewody od falownika do generatora są < 10 m i poziom ochrony U_p (do którego ograniczane jest przepięcie przez SPD) ogranicznika zainstalowanego w miejscu 1 jest niższy lub równy $0,8 U_w$ napięcia wytrzymywanego generatora fotowoltaicznego lub
- poziom ochrony U_p ogranicznika zainstalowanego w miejscu 1 jest niższy lub równy $0,5 U_w$ napięcia wytrzymywanego generatora

U_w – znamionowe napięcie udarowe wytrzymywane (wytrzymałość izolacyjna) w punkcie przyłączenia ogranicznika. Jeśli producent paneli nie podał takiej informacji należy przyjąć wartości z tabeli 712.534 normy PN-HD 60364-7-712. Dla instalacji 1000 VDC wartość ta wynosi 6000V. Poniższa tabela została opracowana na podstawie tabeli 712.534 (mówiącej o relacji pomiędzy U_{OC} a U_w po stronie DC) z w/w normy.

$U_{OC MAX}$ – maksymalne napięcie ogniwa otwartego, nieobciążonego

$U_{OC MAX}$ [V]	U_w [V]	
	Generator i inny sprzęt elektryczny	Inverter
600	4 000	4000
800	5 000	4000
849	6 000	4000
1000	6 000	6 000
1500	8 000	8 000

Ograniczniki przepięć typu T1/T2 oraz T2 dla aplikacji fotowoltaicznych stosowane w instalacjach na 1000 V DC zazwyczaj posiadają poziom ochrony **UP ≈ 3,5 kV** (przykładowo model: VAL-MS-T1/T2 1000DC-PV/2+V i VAL-MS 1000DC-PV/2+V)

Dalszą część opracowania można pobrać ze strony: www.phoenixcontact.pl/fotowoltaika

2 Dystans separujący

Jeśli obiekt posiada instalację piorunochronną wówczas powinna on być zainstalowana z zachowaniem dystansu separującego pomiędzy konstrukcją paneli, wszelkimi przewodami w pobliżu. Dystans ten można wyliczyć z wzoru (PN-EN 62305-2):

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot I$$

(w praktyce dystans ten zwykle wynosi **od 0,5 do 1 m**).

- k_i zależy od wybranego poziomu ochrony
- k_c zależy od prądu piorunowego spływającego przewodami
 - typ systemu przechwytyjącego
 - ilość i ułożenie przewodów odprowadzających
 - typ systemu uziemiającego
- k_m zależy od materiału izolacyjnego
- I odległość w pionie do najbliższego punktu wyrównania potencjałów

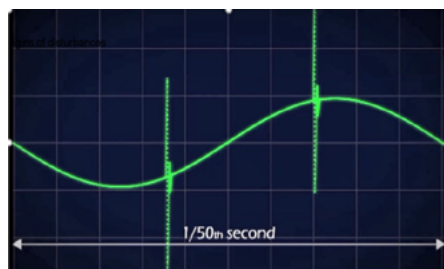
W przypadku gdy nie ma możliwości zachowania dystansu separacyjnego, ponieważ jest:

- konieczność zamontowania dużej ilości paneli
- dach jest pokryty blachodachówką (w rzeczywistości nawet gdy blachodachówka nie jest uziemiona pojawia się trudność z określeniem w jakiej odległości od niej znajdują się przewody elektryczne, sygnałowe i inne instalacje przewodzące w budynku. Korekta wymaga dodatkowych zabiegów)

należy wówczas elementy metalowe konstrukcji instalacji fotowoltaicznej połączyć z instalacją odgromową (przewodami o przekroju 16 mm w sposób gwarantujący przepływ prądu udarowego (zgodnie z: IEC 61643-32; PN-EN 62305-3) zaś w instalacji należy zastosować ograniczniki przepięć testowane klasą testu I z oznaczeniami T1 lub T1/T2 zgodnie z punktem pierwszym tego opracowania.

3 Czym są przepięcia?

W instalacjach elektrycznych jak i na interfejsach systemów elektronicznych mogą występować różnego rodzaju krótkotrwałe 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 pioruna mogą, oprócz wysokich amplitud przepięć, skutkować również szczególnie wysokimi i relatywnie 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. Wysoka amplituda i krótki czas trwania oznaczają w konsekwencji bardzo gwałtowne wzrosty napięcia oraz wysokie różnice napięcia, przed których skutkami może chronić tylko ochrona przed przepięciami.

4 Jakie są źródła przepięć?

Przebiecia ze względu na źródło można podzielić na trzy kategorie ze sposobem ochrony:

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

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

ESD	LEMP	SEMP
		
Electrostatic Discharge	<u>Lightning Electromagnetic Pulse</u>	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

5 Jak rozprzestrzeniają się przepięcia?

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

Sprzężenie galwaniczne:

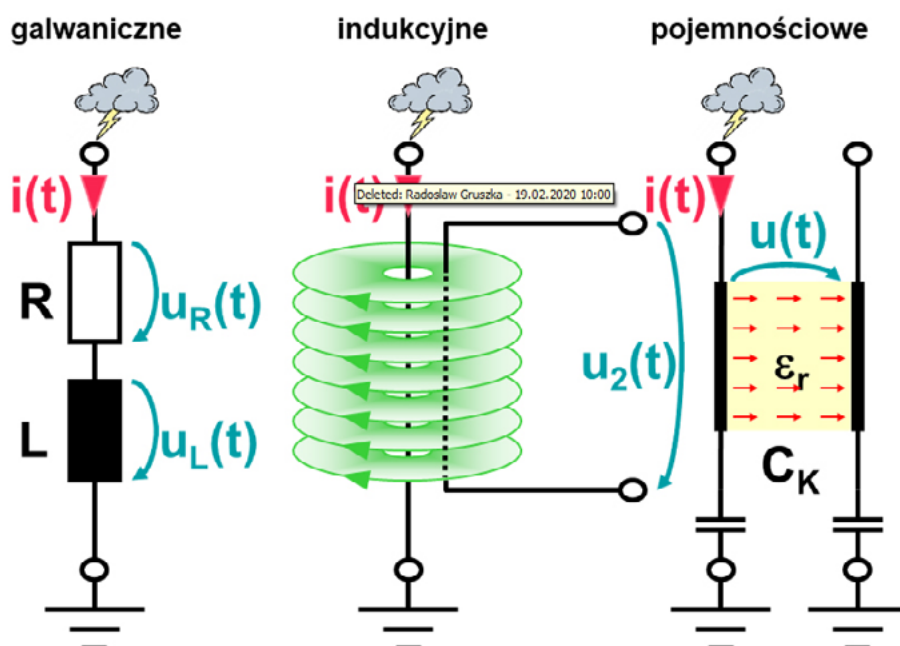
Dwa obwody połączone elektrycznie mogą na siebie wzajemnie oddziaływać. Zmiana napięcia lub prądu w jednym obwodzie powoduje odpowiednią reakcję w drugim obwodzie.

Sprzężenie indukcyjne:

Szybko wzrastający przepływ prądu przez przewodnik wytwarza wokół niego pole magnetyczne o zmieniającym 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 potencjałów na jego końcach.

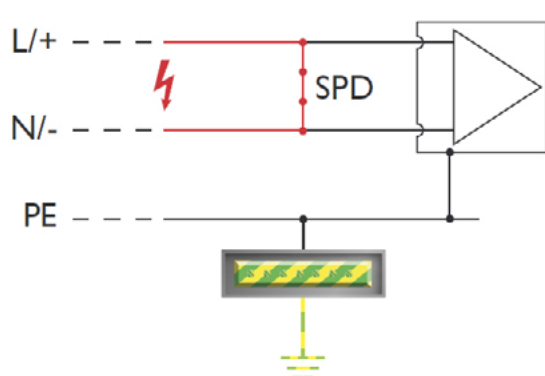
Sprzężenie pojemnościowe:

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.

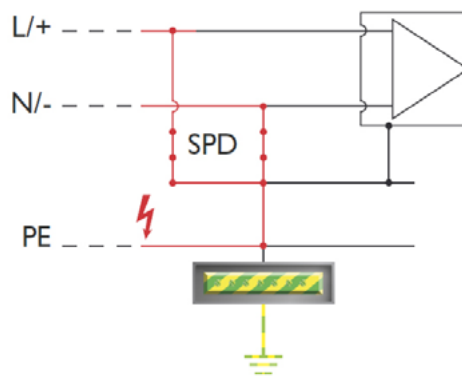


6 Jak działa ogranicznik przepięć?

Urządzenie zabezpieczające działa analogicznie do przełącznika, który zwiera się na krótki czas 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). To niby zwarcie trwa tylko przez czas przepięcia, czyli zazwyczaj kilka mikrosekund. Umożliwia to ochronę interfejsów urządzenia elektrycznego przed niebezpiecznym skokiem napięcia i zapewnia jego dalszą niezakłóconą pracę. W praktyce, dla takich urządzeń, często używana jest skrócona wersja nazwy z języka angielskiego: SPD (Surge Protection Device).



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



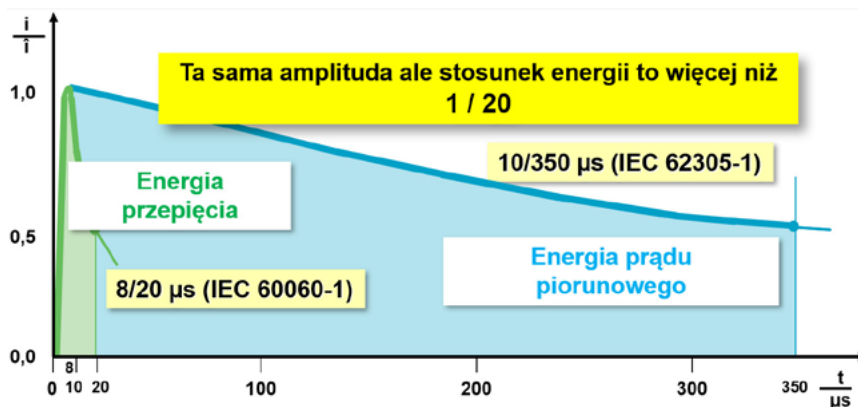
SPD między aktywnymi przewodami a przewodem ochronnym przy napięciu wzdłużnym, przykład sygnały dyskretne.

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

Wszechobecne przepięcia SEMP (Switching Electromagnetic Pulse) powstają przy włączaniu i wyłączaniu odbiorników o dużej mocy, pracy styczników, falowników, silników, które posiadają duże indukcyjności i pojemności. 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 warystorowe ograniczniki przepięć, testowane klasą testu 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 zwykłe 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, porównanie obu impulsów poniżej.



8 Jakie występują typy ograniczników przepięć?

- Typ 1** Stosowane do ochrony przed prądami piorunowymi (LEMP) o charakterystyce ucinającej, klasa testu I, prądy piorunowe I_{imp} 10/350 μ s. Redukcja pojawiającego się napięcia przynajmniej poniżej 4 kV
- Typ 2** Ochrona przed impulsami łączeniowymi (SEMP) o charakterystyce ograniczającej, prądy wyładowcze 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 poniżej 1.5 kV

Warto pamiętać o tym, że konsekwentnie zastosowane ograniczniki przepięć chronią nas m.in przed pożarem.

9 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:

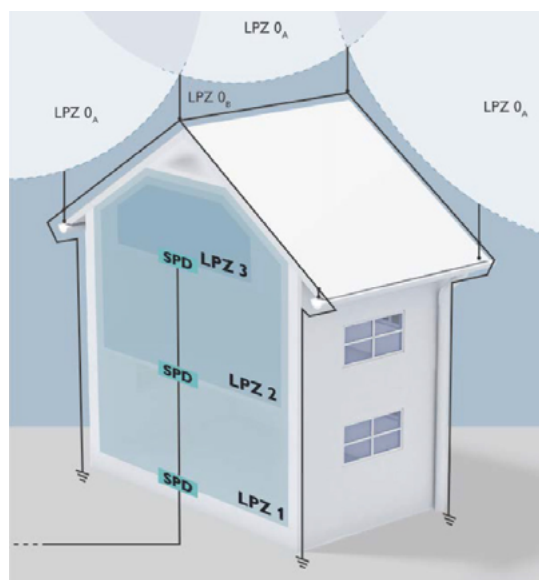
LPZ 0A Strefa niezabezpieczona, w którym mogą wystąpić bezpośrednie wyładowania piorunowe. Niebezpieczeństwa i szkody mogą powstawać z powodu bezpośredniego przepływu prądów piorunowych w przewodach oraz nietłumionego pola magnetycznego wyładowania piorunowego.

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.

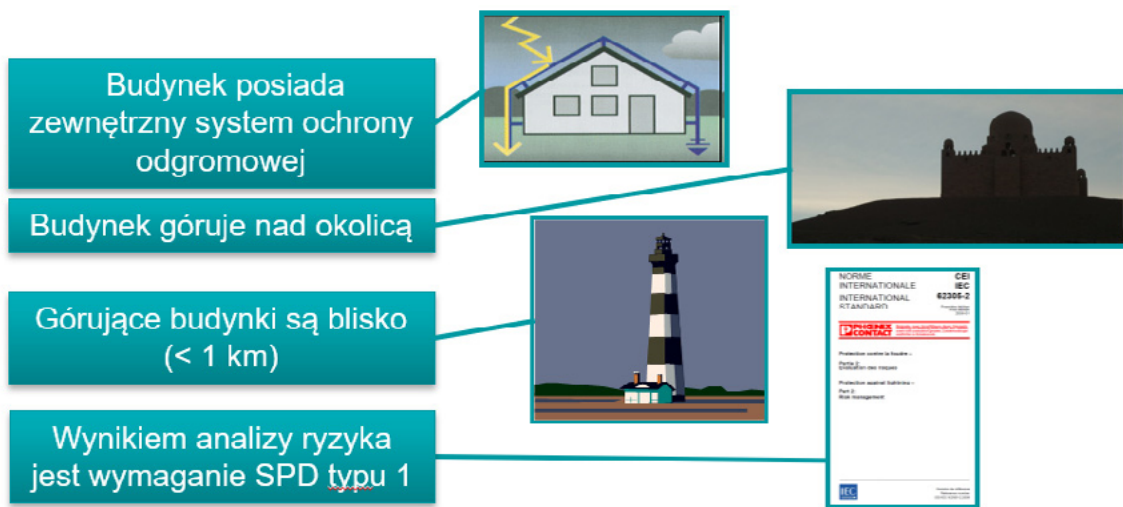


Na wszystkich przewodach przecinających granice stref należy zastosować skoordynowane ograniczniki przepięć.

Zdolność wyładowcza SPD 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 przedostaje się poprzez główne połączenie wyrównawcze do instalacji elektrycznej i tam musi zostać odprowadzone przez system SPD.

W przypadku ochrony instalacji fotowoltaicznej na zwykłych obiektach mieszkalnych należy zastosować ograniczniki wybrane wg punktu pierwszego (jak powyżej).

SPD Typu 1 (ograniczniki oznaczane 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 i jest on wystarczający jeśli:



SPD typu 3 jest rekomendowany, gdy:

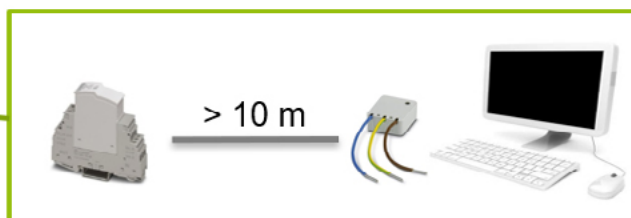
Znamionowe napięcie udarowe wytrzymałane chronionego urządzenia jest $< 1.5 \text{ kV}$
Urządzenia przemysłowe/zwykłe mają napięcie udarowe $> 2.5 \text{ kV}$ (IEC 60664-1)



Uwaga!

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

dodatkowy SPD jest wymagany



10 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 i aby nie oglądać jego codziennie warto wykorzystać styki pomocnicze FM dla sygnalizacji akustycznej lub optycznej.

Warto wiedzieć, że kolor zielony może oznaczać też, że ogranicznik przepięć, choć jest dobry, ale dotarł już do granicy wytrzymałości. To, czy znajduje się na granicy sprawności, można stwierdzić tylko poprzez badanie elektryczne urządzeniem CHECKMASTER 2 (dodatkowa bezpieczna funkcjonalność ograniczników Phoenix Contact). Pozwala to uniknąć sytuacji, gdzie krótko po sprawdzeniu instalacji, w tym stanu wszystkich SPD, jakiś ogranicznik odłączy się i przez okres około 11 miesięcy, do następnej inspekcji, obiekt pozostaje bez ochrony.



11

Jak odróżnić ograniczniki przepięć spełniające deklarowane parametry oraz to, że są wysokiej jakości od innych, które często można spotkać a 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

Jak można zauważyć ograniczniki typu T1 przechodzą te same testy co ograniczniki T2.

Oznacza to że w praktyce na rynku dostępne są ograniczniki T1 oznaczane np. T1/T2, trzeba wiedzieć że nie każdy taki ogranicznik jest dobrym ogranicznikiem T2.

Można też spotkać ograniczniki przepięć oznaczane T1+T2+T3 (ograniczniki T1 testowane trzema klasami testów) co wygląda dobrze ale jak widzimy tylko pod względem marketingowym. Najważniejszą funkcją ograniczników przepięć typu T1 to ochrona przed pożarem. Dodatkowo ogranicznik typu 1 jest często nazywany kombinowanym, choć nie mieści się w definicji zgodnie z PN-EN61643-11, gdzie powinny być połączone dwa RÓŻNE elementy: ucinający i ograniczający napięcie.

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 I_n SPD uzyskuje deklarowany w kartach katalogowych poziom U_p (deklarowany poziom napięcia na jego zaciskach, do którego obniża ogranicznik)

UWAGA

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

Znane ze swej solidności ograniczniki przepięć **Phoenix Contact** testowane są impulsami zaznaczonymi na czerwono jak też większymi wartościami.. 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**.

T1	SPD jest badany impulsem udarowym 10/350µs (I_{imp})						PHOENIX CONTACT					
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 8/20µs (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 1,2/50µs (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

Pamiętaj!

Wg PN-EN 60364-5-534 bezpieczna wartość I_{imp} dla SPD typu 1 zaczyna się od 12,5 kA 10/350 µs oraz dla SPD typu 2 I_n to nie mniej niż 5 kA 8/20 µs. Jeśli przyjmujemy takie wartości minimalne prądów to możemy w większości przypadków pominąć analizę ryzyka.

Obok certyfikowane popularne rozwiązania T1/T2 od Phoenix Contact:



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

12 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.

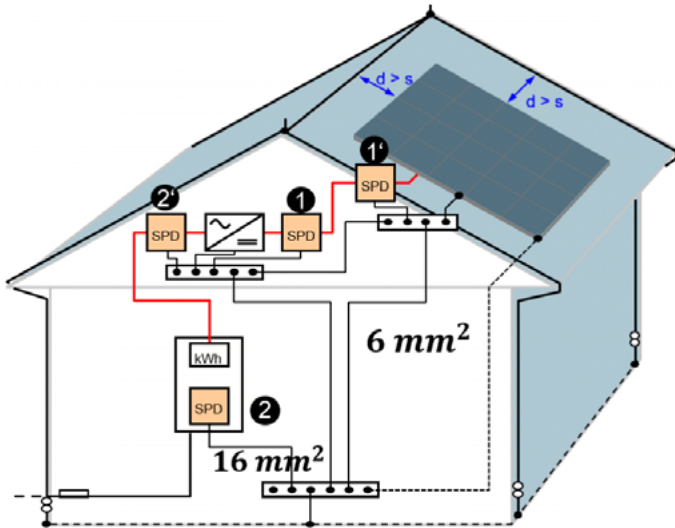


Szczególnie ważnym dla użytkownika / inwestora jest to, aby na stronie producenta był dostępny aktualny certyfikat akredytowanego laboratorium np. DEKRA/KEMA dla interesującego nas wyrobu. Jeśli takiego jest brak to wówczas jest **bardzo możliwe**, że podane parametry są jedynie deklarowane przez producenta, a rzeczywiste parametry zdecydowanie odbiegają od deklarowanych marzeń producenta. Może też istnieć ważny powód techniczny uniemożliwiający otrzymanie takiego świadectwa przez wybrany wyrób. Obok kopia pierwszej strony certyfikatu DEKRA dla pokazanych powyżej uniwersalnych ograniczników VAL-MS-T1/T2...

13 Czy ogranicznik przepięć należy wymieniać po każdym jego zadziałaniu?

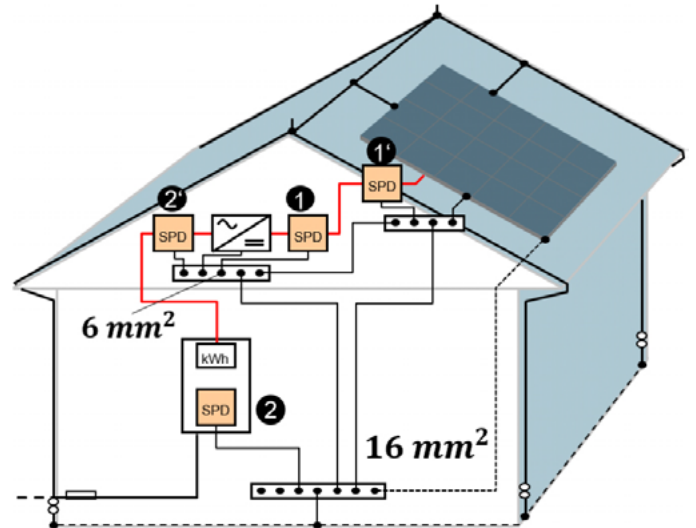
Nie, kwalifikowany ogranicznik nie jest bezpiecznikiem. Wysokiej jakości ograniczniki przepięć mogą wielokrotnie obcinać przepięcia zarówno spowodowane prądem piorunowym jak i przepięciami łączeniowymi. Wielokrotne działanie ograniczników przepięć udowodnione jest przez liczne testy podczas badań laboratoryjnych 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. Należy mieć świadomość tego, że certyfikat potwierdza parametry SPD deklarowane przez producenta. To oznacza, że należy je weryfikować i respektować przy wyborze parametry podane powyżej wg PN-HD 60364-5-534:2016.

14 Jakie przekroje powinny mieć przewody PE, gdy montujemy instalację PV?



Gdy dystans separujący jest zachowany:

– SPD na wejściu do budynku i skrzynka główna powinny być połączone przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm² inne przewody mogą mieć przekrój 6 mm².



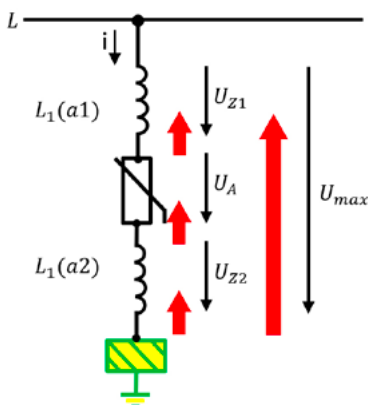
Gdy dystansu separującego nie można zachować:

– poza przewodem uziemiającym falownik należy stosować przewody o przekroju 16 mm².

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



Poziom ochrony podawany w kartach katalogowych jest to wartość do jakiej ograniczane jest przepięcie przez ogranicznik przepięć na jego zaciskach przyłączeniowych. Każdy przewód łączący ogranicznik, dodając swój spadek napięcia do poziomu ochrony SPD, istotnie pogarsza poziom ochrony takiego szeregowego połączenia, patrz rysunek.



$$uL = L \times di/dt$$

$$(L \text{ in H} = \text{Vs/A})$$

$$uL = (2 \mu\text{H} \times 10 \text{ kA}) / 8 \mu\text{s} =$$

$$(2 \text{ Vs} \times 10 \text{ kA}) / \text{A } 8 \text{ s} = 20/8 \text{ kV} = \underline{2,5 \text{ kV}}$$

$$\begin{aligned} L &= 2 \mu\text{H} (2\text{m}) \\ di &= 10 \text{ kA} \\ dt &= (8/20) \mu\text{s} \\ uL &= ? \end{aligned}$$

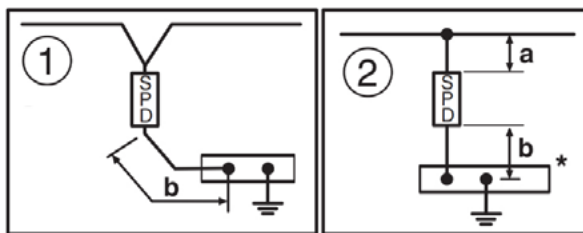
Dodatkowy spadek

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 przewodów o sumarycznej długości 2 m wówczas do wartości widocznej w karcie katalogowej (np. 3,5 kV) w przypadku przepięcia o amplitudzie 10 kA należy dodać dodatkowy spadek około 2,5 kV. Przy większej amplitudzie ten spadek będzie wyższy! W sumie daje to około 6 kV i oznacza, że sprzęt elektroniczny, który ogranicznik ma chronić, może zostać uszkodzony. O tym już wiemy też dzięki informacjom zawartym w punkcie pierwszym tego opracowania (koniec punktu pierwszego U_w – znamionowe wytrzymawane napięcie udarowe i część tabeli 712.534).

Łączna długość przewodów łączących ogranicznik z przewodem zasilającym oraz szyną wyrównania potencjału nie powinna być większa niż 0,5 m.

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

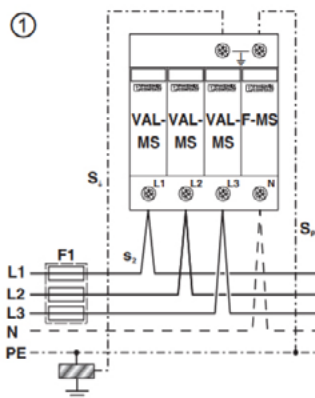
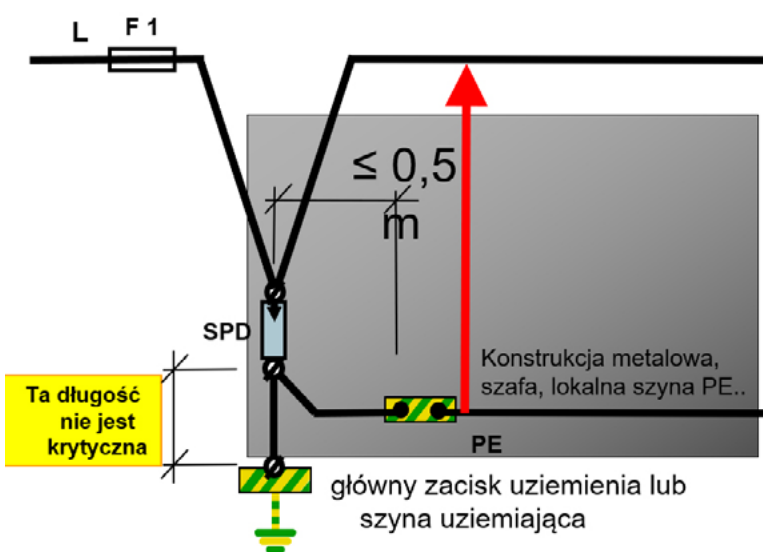


Tu z pomocą przychodzą nam podwójne zaciski ograniczników przepięć. Umożliwiają one wykonanie połączenia typu V (tzw. przelotowe), które daje w efekcie najniższe/najlepsze poziomy ochrony. Przychodzące przepięcie ograniczane jest przez tak włączony w układ SPD do znacząco niskiego poziomu, ponieważ wyeliminowano jeden przewód wraz ze spadkiem napięcia na nim. Jak pokazano na rysunku obok, w tym przypadku liczy się jedynie długość przewodu do lokalnej szyny PE/PEN.

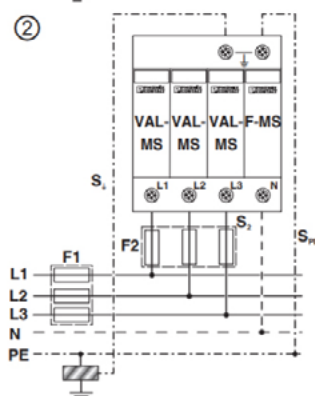
W tym przypadku też należy pamiętać, że przez zacisk podwójny ogranicznika przepływa całkowity prąd roboczy układu i bezwzględnie nie należy go przekraczać.

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.

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 80A, oznacza to, że prąd roboczy płynący poprzez jego zaciski nie może przekroczyć tej wartości. Jak widać w drugiej tabeli dla układu gałęziowego to zabezpieczenie nie powinno mieć wartość większą niż 125AgG.



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

16

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.

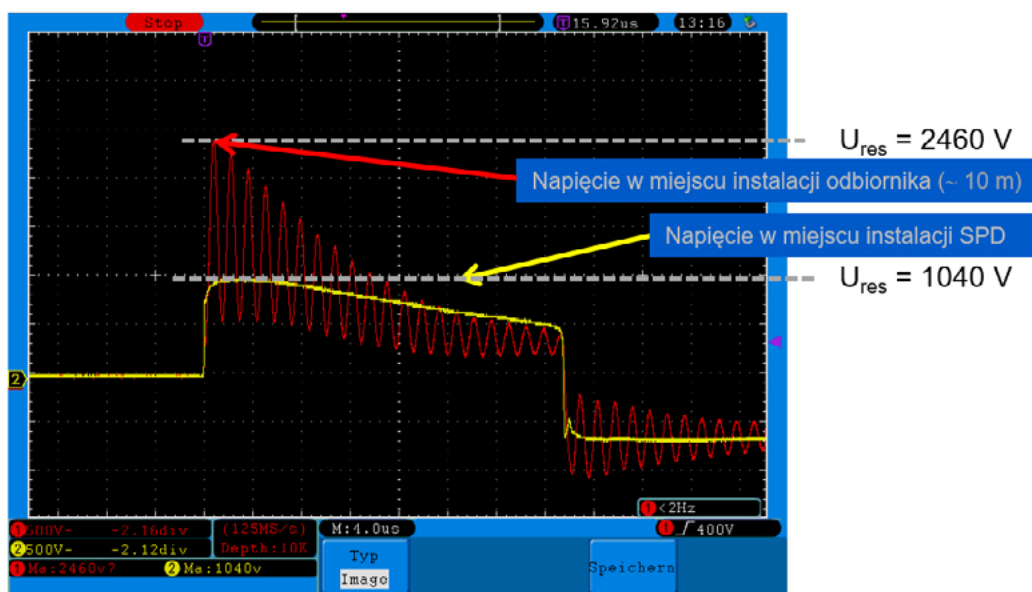
Trochę to przypomina wożenie jedyne komplety klocków w bagażniku, aby dłużej przetrwały. Tylko w niektórych aplikacjach, gdzie obecna jest wysoka częstotliwość, stosuje się takie specyficzne połączenie a sam chroniony układ posiada wysoką odporność.

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

17 Skąd wynika zasada, że ograniczniki przepięć chronią dobrze sprzęt elektryczny 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 V) oraz wartość amplitudy, gdy jest on odległy o około 10 metrów (U_{res} 2460 V) od chronionego aparatu.

Jak widać z oscylogramu, oscylacje na przewodzie o długości 10 m 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.

* **inpe** – Informacje o normach i przepisach elektrycznych, wydanie 07-08 2019: Laboracyjne badanie skutecznej odległości ochronnej ograniczników przepięć niskiego napięcia, Jarosław Wiater, Politechnika Białostocka.

18

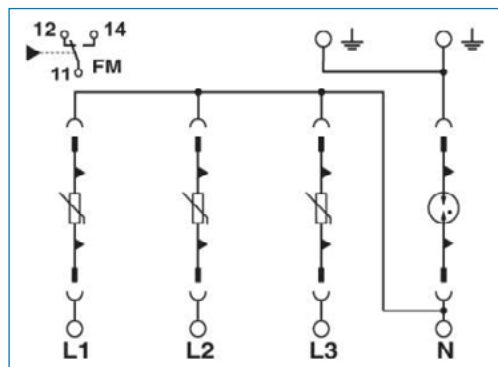
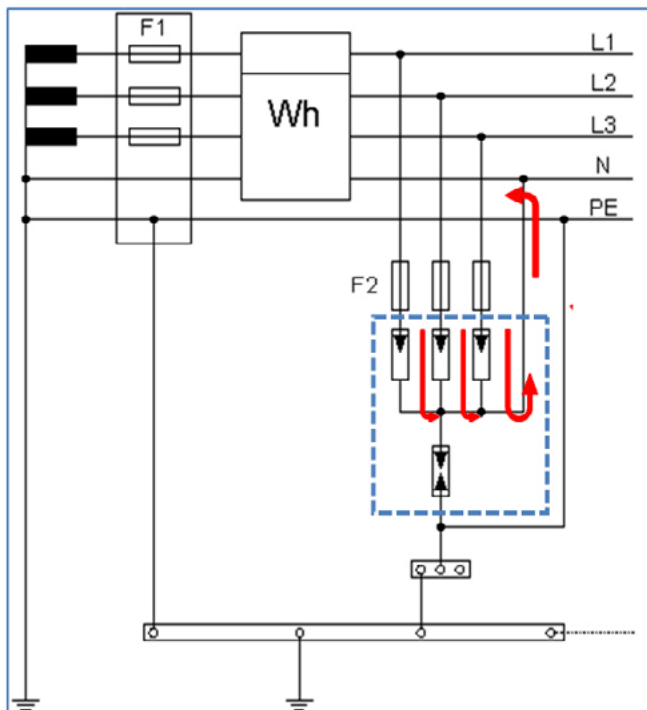
Obwody AC, SPD konstrukcji warystorowej, dlaczego układ połączeń 3+1 jest bezpieczniejszy niż 4+0?

Dla ochrony przed przepięciami obwodów AC należy wybierać uniwersalne ograniczniki z wewnętrznym układem połączeń „3+1” (trzy warystory + jeden iskiernik pomiędzy N a PE)

W układzie 3+1 (TN-S):

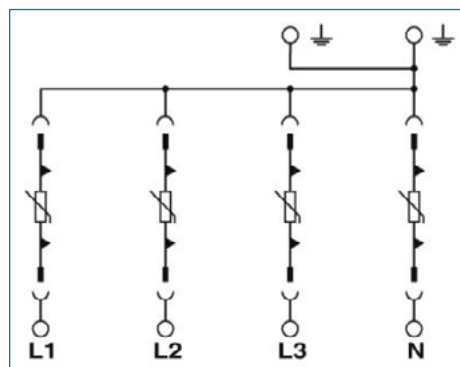
- iskiernik (stanowiący przerwę) zapobiega przepływowi prądu upływu z warystorów przez przewód PE, to oznacza brak zagrożenia wzrostu potencjału szyny, co może stanowić śmiertelne zagrożenia dla nieświadomej obsługi. Zapewnia on pełną separację elektryczną obu obwodów.
- prądy upływu dodają się jedynie 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. Obecność iskiernika w tym miejscu nie jest warunkiem dostatecznym dla uznania go jako kombinowany. To jest zwyczajny błąd w kontekście definicji z normy PN-EN 61643-11. Aby ogranicznik można było nazywać kombinowanym powinien posiadać element ograniczający przepięcia jak i element ucinający, połączone równolegle (szeregowo 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 pięcioprzewodowych 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

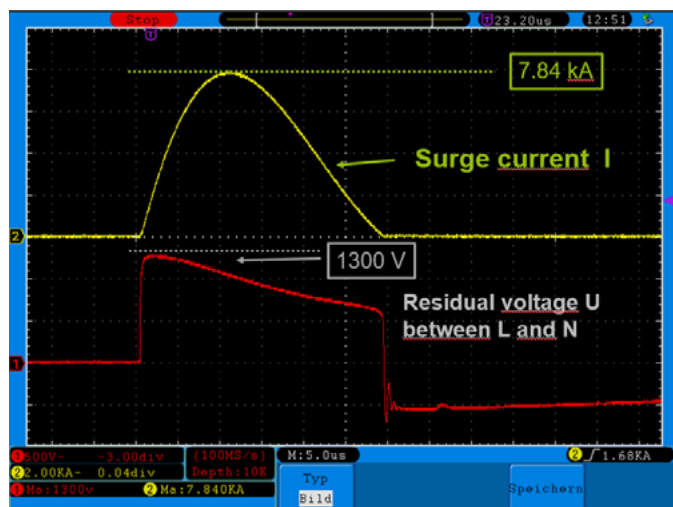


układ 4+0



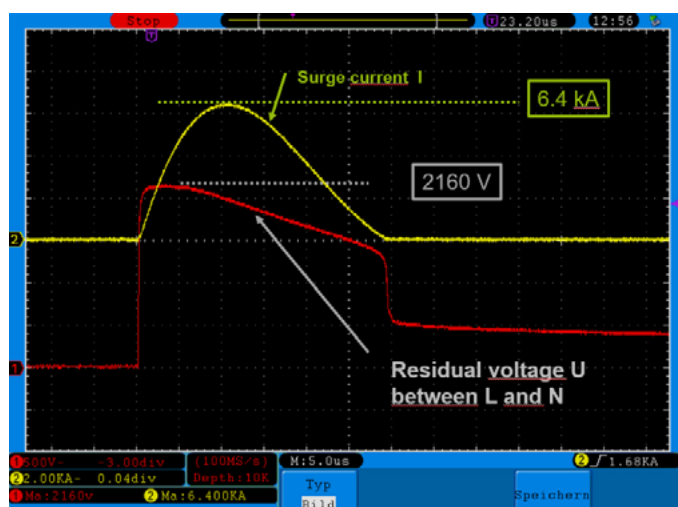
Porównanie U_{res} pomiędzy L-N

układ 3+1



Impuls na poziomie 7,84 kA został ograniczony do jedynie 1300 V

układ 4+0




Impuls na poziomie 6,4 kA został ograniczony, ale do poziomu 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.

19 Czy należy stosować ograniczniki przepięć?

Na to pytanie odpowiedź można znaleźć w normach i ustawach.

 **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.

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

pozwala wysnuć 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 wyposażyć w ograniczniki przepięć.

20 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 może poprzedzać dany model ogranicznika od strony źródła zasilania. Jest to też informacja o maksymalnym prądzie zwarciovym, jaki bezpiecznie ogranicznik przetrwa w oczekiwaniu na otwarcie zabezpieczenia nad-prądowego.

Każdy SPD w praktyce posiada inną maksymalną wartość takiego zabezpieczenia!

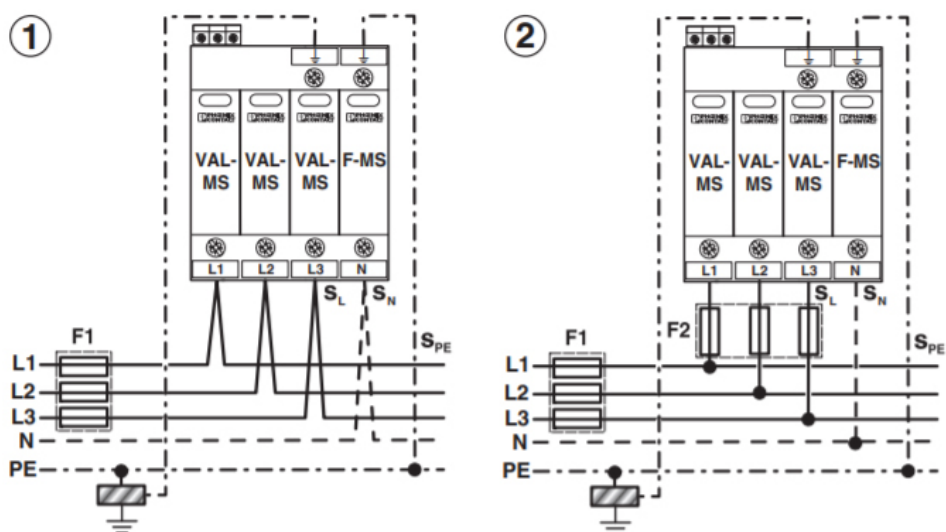
Ze względu na jakość użytych wewnętrznych elementów, każdy model SPD może mieć tą wartość zupełnie inną, stąd należy bezwzględnie spojrzeć do karty katalogowej produktu. Mimo woli nasuwa się tutaj refleksja, jeśli wartość tego dopuszczalnego poprzedzającego zabezpieczenia nadprądowego jest niezwykle 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 A gG	$s_L = s_N$ mm ²	$s_{PE(N)}$ mm ²
25	10	16
35	10	16
40	10	16
50	10	16
63	10	16
80	16	16

②

F1 A gG	F2 A gG	$s_L = s_N$ mm ²	$s_{PE(N)}$ 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 w tabelkach zawiera też relację pomiędzy zastosowanym zabezpieczeniem w amperach a przekrojami zastosowanych przewodów. W przypadku, jeśli poprzedzające zabezpieczenie nadprądowe jest większe wówczas ogranicznik należy dodatkowo dobezpieczyć.

Ogranicznik nie może „widzieć” od strony źródła zasilania bezpiecznika większego niż dopuszczalny 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.

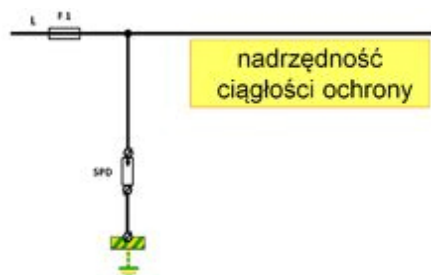
Prąd znamionowy I_n bezpiecznika NH (gG kategoria)	Bezpiecznik przepala prąd (8/20) μ s	Bezpiecznik przepala prąd (10/350) μ s
16 A	4.0 kA	1.0 kA
25 A	6.5 kA	1.3 kA
32 A	9.0 kA	1.6 kA
40 A	12.0 kA	2.8 kA
63 A	20.0 kA	5.0 kA
80 A	25.0 kA	6.5 kA
100 A	35.0 kA	8.5 kA
125 A	45.0 kA	11.0 kA
160 A	60.0 kA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

Przykłady relacji pomiędzy prądami znamionowymi bezpieczników w wykonaniu NH do prądów udarowych, które je przepalają.

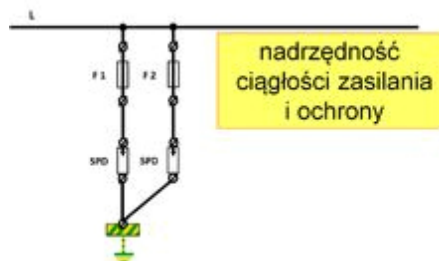
Jeśli rozważamy klasę ochrony obiektu LPL I, gdzie możemy się spodziewać maksymalnych częściowych prądów piorunowych na wejściu pojedynczej sieci pięcioprzewodowej do 100kA 10/350 μ s. Zakładając, zgodnie z PN-EN 62305, równy podział tego prądu na każdy nieuziemiony przewód przypada do 25 kA 10/350 μ s, wkładka bezpiecznika o wartości 250 AgG powinna zachować ciągłość. W praktyce przy dodatkowych obwodach, odpływach, 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. Warto jednak pamiętać, że jeśli nie mam na wejściu lub wyjściu instalacji zasilania ogranicznika, częściowy prąd piorunowy zdąży wywołać spustoszenie zanim bezpiecznik ulegnie przerwaniu.

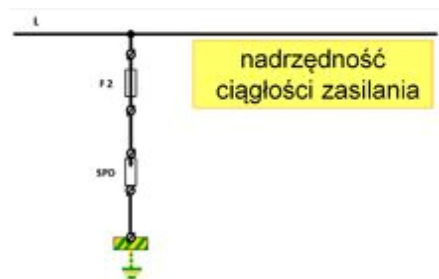
W zależności od znaczenia ochrony obiektu bezpiecznik może być użyty na trzy sposoby (PN-HD 60364-5-534)



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.

21 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 deklarowany przez producenta;
 - 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;
- dotatkowy 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. Pełne dane techniczne znajdziemy na stronie internetowej każdego ogranicznika.



22

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

PN-EN 61643-11:2013-06 – Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część 11: Urządzenia do ograniczenia przepięć w sieciach rozdzielczych niskiego napięcia – Wymagania i próby

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 – 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 50539-11:2013 – Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Urządzenia ograniczające przepięcia do zastosowań specjalnych z włączeniem napięcia stałego. Część 11: Wymagania i badania dla SPD w zastosowaniach fotowoltaicznych

PN-HD 60364-7-712:2016 – 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



Masz pytania skontaktuj się z nami!

Fotowoltaika

Radosław Gruszka
tel. +48 71 39 80 429

email: rgruszka@phoenixcontact.pl

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