

# Nota aplikacyjna - Ochrona przed przepięciami

## Historia wersji

### Wersja 2.5 (listopad 2020 r.)

- Połączenie wersji dla Ameryki Północnej i reszty świata w jednym dokumencie
- Dodano opcje SPD dla falowników komercyjnych

## Omówienie

Celem niniejszej noty technicznej jest przedstawienie odpowiedniego sposobu ochrony produktów SolarEdge przed przepięciami spowodowanymi uderzeniami pioruna, przepięciami występującymi w sieci zasilającej oraz awariami uziemienia. Odpowiednio zainstalowane zabezpieczenie przeciwprzepięciowe może ograniczyć prawdopodobieństwo trwałego uszkodzenia elementów falownika, bram sterująco-komunikacyjnych (CCG), urządzeń komunikacyjnych i powiązanych liczników.

Gwałtowne zmiany natężenia prowadzą do powstania promieniujących impulsów elektromagnetycznych, które skutkują gwałtownym wzrostem natężenia i napięcia podczas przepływu przez elementy przewodzące, takie jak przewody elektryczne, przewody komunikacyjne lub rury metalowe. Takie wzrosty natężenia i napięcia mogą prowadzić do zniszczenia delikatnej elektroniki i półprzewodników. Urządzenia znane jako zabezpieczenia przeciwprzepięciowe (SPD) lub ochronniki przeciwprzepięciowe (TVSS) połączone z tymi przewodnikami mogą poprowadzić powstały prąd przejściowy do ziemi, chroniąc tym samym zabezpieczany sprzęt przed uszkodzeniem.

SolarEdge zaleca wyposażenie wszystkich falowników trójfazowych w zabezpieczenia przeciwprzepięciowe na przewodzie AC, RS485 i Ethernet w celu ograniczenia wpływu czynników środowiskowych pozostających poza kontrolą SolarEdge i nieobjętych ograniczoną gwarancją produktową SolarEdge:

<https://www.solaredge.com/sites/default/files/solaredge-warranty-may-2020.pdf>

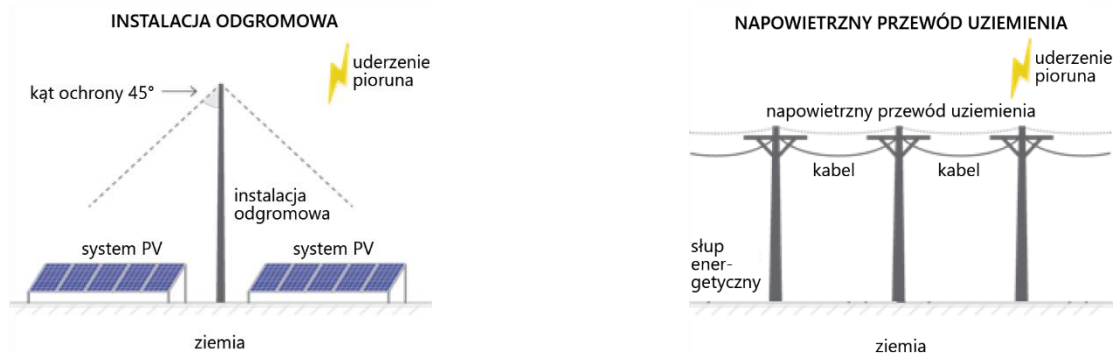
Najnowsze modele falowników komercyjnych SolarEdge obejmują wiele wbudowanych opcji SPD. Aby uzyskać więcej informacji, patrz *Wewnętrzne zabezpieczenie falowników komercyjnych SEXXK-XXXXIBXX4* na stronie 4

## Uderzenia pioruna i impulsy elektromagnetyczne

Jednym z częstych powodów przepięć są uderzenia pioruna. Piorun nie musi koniecznie uderzyć w instalację fotowoltaiczną, aby doszło do jej uszkodzenia; w związku z tym warto rozważyć wszystkie sytuacje, w których uderzenie pioruna może prowadzić do przepięcia, w tym w drodze indukcji elektrostatycznej i magnetycznej.

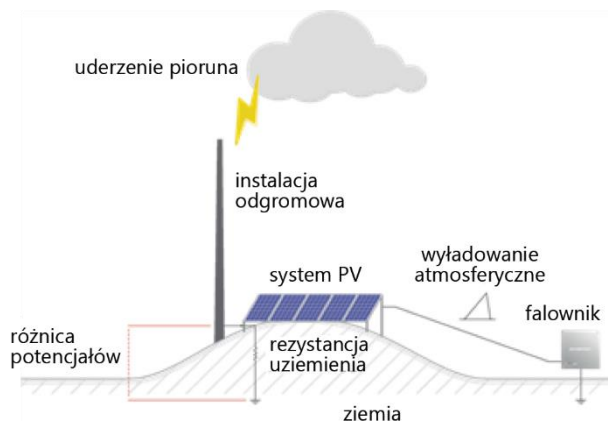
### Bezpośrednie uderzenie pioruna

Samo zabezpieczenie przeciwprzepięciowe nie chroni sprzętu elektronicznego przed bezpośrednim uderzeniem pioruna. Wymagane jest zastosowanie zewnętrznego zabezpieczenia, które przyciągnie piorun i poprowadzi wyładowanie do ziemi, a SPD pochłonie energię resztkową. Zabezpieczenia zewnętrzne obejmują instalacje odgromowe, przewody uziemiające, urządzenia wychwytyjące i przewodzące, a także towarzyszący im system uziemienia.



Rysunek 1: Zabezpieczenia przed bezpośrednim uderzeniem pioruna

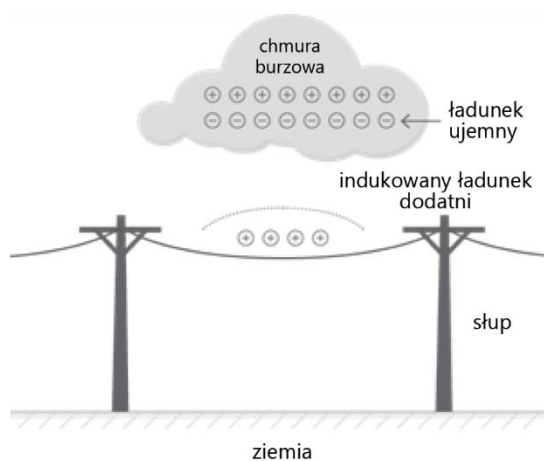
Jednym ze skutków bezpośredniego uderzenia pioruna jest wzrost potencjału ziemi – gdy piorun uderzy w budynek lub instalację odgromową, prąd o wysokim natężeniu płynie do ziemi, powodując wzrost jej potencjału. Taka sytuacja powoduje różnicę między potencjałem ziemi a potencjałem przewodników zewnętrznych, co prowadzi do powstania przepięcia.



Rysunek 2: Wzrost potencjału ziemi w następstwie uderzenia pioruna

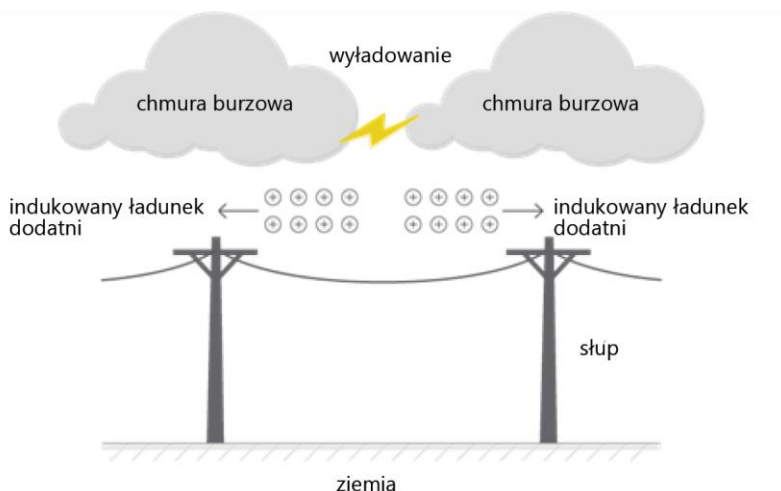
## Indukcja elektrostatyczna

Dolne partie chmur burzowych zawierają ujemne ładunki. Takie wysokie ujemne ładunki mogą wywołać wysokie ładunki dodatnie w pobliskim okablowaniu, zwłaszcza w liniach energetycznych i kablach komunikacyjnych.



Rysunek 3: Indukcja elektrostatyczna – przed wyładowaniem

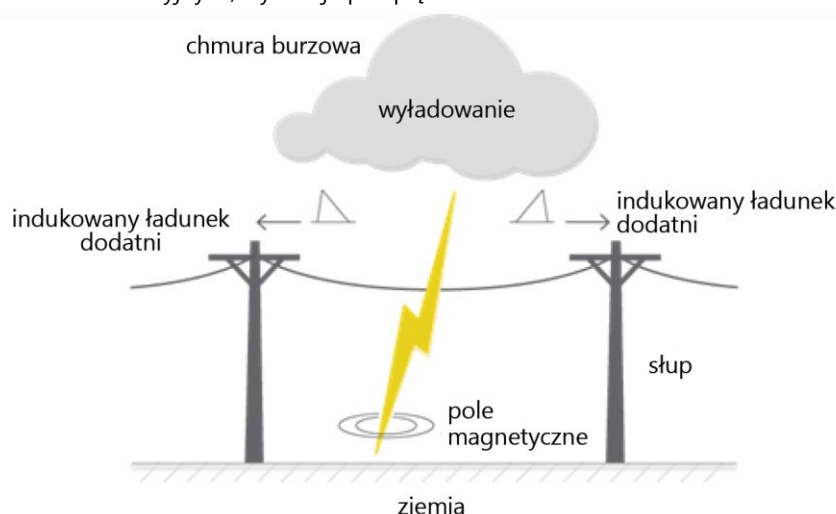
Podczas wyładowania chmury burzowej (uderzenia pioruna) następuje uwolnienie dodatniego ładunku zgromadzonego w okablowaniu, co wywołuje przepięcie w obu kierunkach przewodu.



Rysunek 4: Indukcja elektrostatyczna – podczas wyładowania

## Indukcja elektromagnetyczna (pośrednie wyładowanie atmosferyczne)

Wyładowanie powstałe między chmurami a ziemią wytwarza gwałtownie rosnącą falę magnetyczną. Gdy fala magnetyczna dociera do linii AC lub kabli komunikacyjnych, wywołuje przepięcie.



Rysunek 5: Indukcja elektromagnetyczna

## Czym jest zabezpieczenie przeciwprzepięciowe?

W celu uniknięcia uszkodzenia systemu fotowoltaicznego na skutek wysokiego napięcia, należy zapewnić przekierowanie przepięcia do ziemi, aby zapobiec przedostaniu się wysokiej energii do układu elektronicznego. Aby umożliwić takie przekierowanie, wszystkie przewody wyprowadzane z systemu oraz wprowadzane do systemu należy połączyć z ziemią za pomocą zabezpieczenia przeciwprzepięciowego (SPD) oraz zapewnić bezpośrednie uziemienie wszystkich powierzchni przewodzących.

Wśród przewodów wyprowadzanych z systemu i wprowadzanych do systemu można wymienić przewody sieci zasilającej AC i komunikacyjne, takie jak kable Ethernet, okablowanie RS485 i linie telefoniczne. Należy zwrócić uwagę, że SPD na liniach energetycznych zapewniają inny rodzaj ochrony niż wyłączniki instalacyjne; wyłączniki zabezpieczają sprzęt przed przeciążeniem, natomiast SPD chronią sprzęt przed przepięciem.

SPD stanowią zazwyczaj połączenie warystorów z tlenków metali (MOV), iskierników (GDT) lub diod Zenera i urządzeń ograniczających natężenie prądu, których zadaniem jest sprowadzenie ładunku do ziemi i uniemożliwienie jego wprowadzenia do zabezpieczanego systemu w przypadku wystąpienia wysokiego napięcia lub gwałtownego wzrostu natężenia. Okres eksploatacji urządzeń MOV i GDT jest ograniczony i oba te zabezpieczenia wytrzymują określoną liczbę zdarzeń.

## Zabezpieczenie systemów SolarEdge

### Wewnętrzna ochrona przed przepięciem po stronie AC i DC

Falowniki i optymalizatory mocy SolarEdge spełniają wymagania normy IEC62109 dotyczącej bezpieczeństwa. Zgodnie z normą urządzenia na stałe podłączone do prądu przemiennego muszą być w stanie wytrzymać przepięcia kategorii III (oznaczone jako OVC III), podczas gdy urządzenia podłączone do prądu stałego powinny być odporne na przepięcia na poziomie OVC II. Klasyfikacja odporności na impulsy przepięciowe dla obwodu sieci zasilającej jest wyznaczana w zależności od OVC oraz napięcia systemu sieci zasilającej i wynosi > 4kV zgodnie z częścią 7.3.7.1.4 normy IEC62109.

Falownik jest produkowany z wewnętrznym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym po stronie AC i DC (PV). Jeżeli system PV jest zainstalowany w budynku wyposażonym w instalację odgromową, system PV należy również odpowiednio włączyć do tej instalacji. Zgodnie z klasyfikacją falowniki zapewniają ochronę typu III (klasy D) (ograniczony poziom ochrony). Warystory w falowniku są połączone między przewodem fazy a neutralnym, między przewodem neutralnym a uziemieniem oraz między zaciskami dodatnim i ujemnym systemu PV.

Falowniki i optymalizatory mocy SolarEdge dostarczane w Ameryce Północnej spełniają wymagania norm UL1741/IEEE1547 dotyczących bezpieczeństwa, które obejmują wewnętrzne zabezpieczenie przeciwprzepięciowe. Warystory i GDT w falownikach są połączone między przewodem fazy a neutralnym, między przewodem neutralnym a uziemieniem oraz między zaciskami systemu PV.

## UWAGA



Wymogi dotyczące zabezpieczenia przeciwprzepięciowego są zależne od konfiguracji systemu, parametrów fizycznych i położenia geograficznego i należy je stosować w zależności od wymogów danej instalacji. Wewnętrzne zabezpieczenia SPD dostarczane przez SolarEdge nie są w stanie zapewnić ochrony przed przepięciami na poziomie zapewnianym przez zabezpieczenia zewnętrzne.

Poziom ochrony optymalizatorów mocy SolarEdge odpowiada ochronie zapewnianej przez standardowe diody zabezpieczające umieszczone w każdym module PV. Oznacza to, że optymalizatory mocy są w stanie wytrzymać przeciążenia i przepięcia na takim samym poziomie jak moduł PV.

## Wewnętrzne zabezpieczenie falowników komercyjnych SEXXK-XXXXIBXX4

Falowniki komercyjne SolarEdge o numerach katalogowych w zakresie SEXXK-XXXXIBXX4 oferują wiele opcji SPD stosownie do potrzeb.

- RS485: wstępnie zainstalowane lub dostępne jako zestaw zewnętrzny
- SPD typu 2 po stronie AC: wstępnie zainstalowane lub dostępne jako zestaw zewnętrzny
- SPD typu 2 po stronie DC: wstępnie zainstalowane lub dostępne jako zestaw zewnętrzny

## Wewnętrzne zabezpieczenie przeciwprzepięciowe RS485

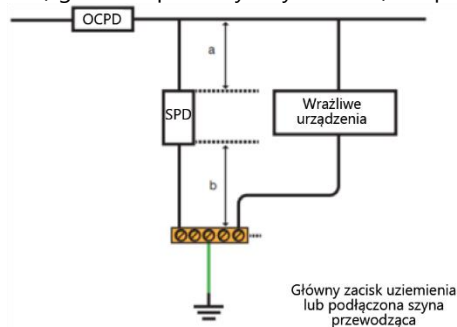
Falowniki trójfazowe z technologią synergii SolarEdge są dostarczane z wbudowanym zabezpieczeniem SPD RS485 odpowiedzialnym za ochronę magistrali RS485-1.

## Rozbudowa systemu PV o zewnętrzne zabezpieczenia SPD

### Wytyczne dotyczące instalacji

Poniżej przedstawiono wytyczne dotyczące rozbudowy systemu PV o kolejne zabezpieczenia SPD

- Maksymalna długość przewodu a+b (zgodnie z poniższym rysunkiem) nie powinna przekraczać 50 cm.



Rysunek 6: Wytyczne dotyczące długości przewodu

- Przewód uziemiający powinien mieć długość co najmniej 4 mm / 12 AWG.
- Zabezpieczenie SPD należy zainstalować możliwie jak najbliżej falownika.
- W przypadku niestabilnych sieci zaleca się użycie SPD typu 1 lub SPD typu 1+2 do AC.
- Jeżeli system PV znajduje się w odległości większej niż 50 cm od instalacji odgromowej, należy podłączyć do niej system PV.



## OSTRZEŻENIE!

W takim przypadku SPD typu 2 będzie niewystarczające i może zapalić się w przypadku wystąpienia uderzenia.

- Jeżeli system PV znajduje się w odległości mniejszej niż 50 cm od instalacji odgromowej, należy zainstalować system PV oddzielnie. W takim przypadku falownik należy połączyć z SPD typu 2.

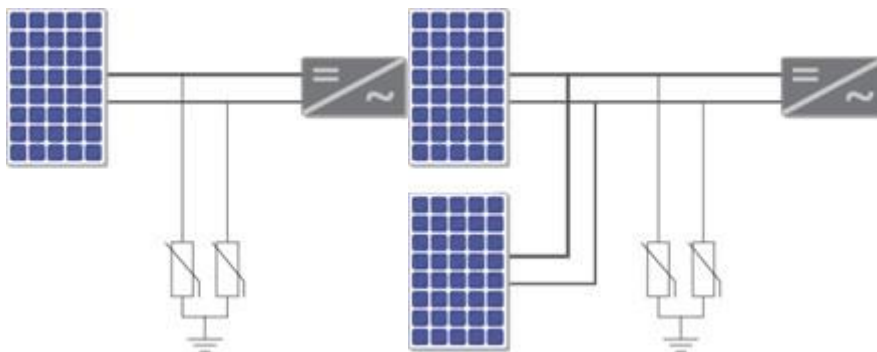


## UWAGA

Aby zapobiec uszkodzeniu paneli, należy zapewnić wystarczającą liczbę urządzeń odbierających wyładowania atmosferyczne.

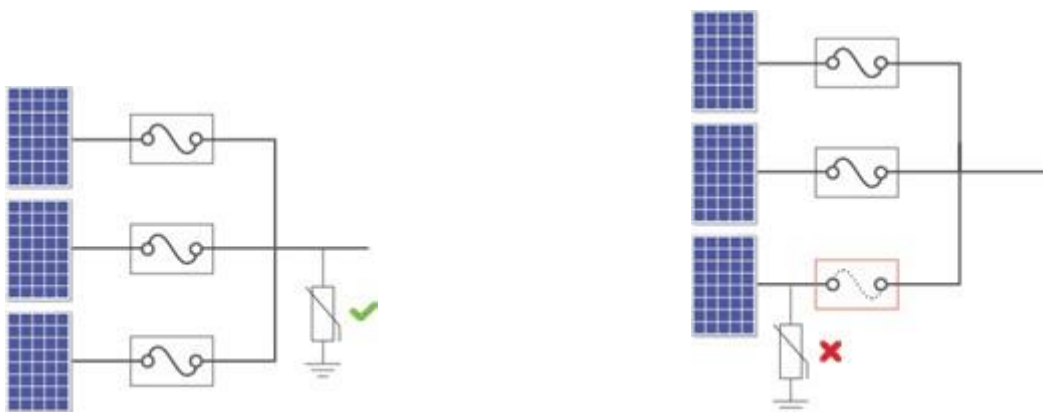
### Strona DC

W przypadku stosowania zabezpieczeń łańcuchów, takich jak bezpieczniki, wyłączniki DC lub diody łańcuchów wraz z SPD, zabezpieczenia SPD należy zainstalować między bezpiecznikami a falownikiem, w przeciwnym razie łańcuchy PV pozostaną bez ochrony w przypadku zadziałania bezpiecznika.



Rysunek 7: Podłączanie SPD do falowników wyposażonych w bezpieczniki/wyłączniki instalacyjne

W przypadku falowników ze zintegrowaną skrzynką bezpiecznikową wewnętrzne bezpieczniki należy pominąć w celu przyłączenia SPD i należy podłączyć zewnętrzne bezpieczniki łańcuchów.



Rysunek 8: Podłączanie SPD do falowników ze zintegrowanymi bezpiecznikami

Do ochrony falowników SolarEdge firma zaleca stosowanie SPD marki Citel, seria DS50VGPV, lub równoważnych zabezpieczeń.

Dane dotyczące instalacji:

- Urządzenia należy zamontować poza falownikiem, a w przypadku zastosowań zewnętrznych należy je umieścić w obudowie NEMA typu 3R lub wyższego
- Każdy łańcuch można wyposażyć w oddzielne zabezpieczenie SPD lub wiele łańcuchów można połączyć w skrzynce instalacyjnej przed przyłączeniem ich do SPD



## Strona AC

Do ochrony falowników SolarEdge firma zaleca stosowanie SPD marki Citel, seria DS70U, lub równoważnych zabezpieczeń.

Dane dotyczące instalacji:

- Zabezpieczenie SPD należy zainstalować możliwie jak najbliżej falownika, uwzględniając następujące uwarunkowania:
  - długość przewodu między falownikiem a modułem SPD **może** przekraczać 9 m
  - fizyczna odległość między SPD a modułami falownika **nie może** przekraczać 9 m
- Wiele zabezpieczeń SPD można zamontować na szynie DIN, a w przypadku zastosowań zewnętrznych należy je umieścić w obudowie NEMA typu 3R lub wyższego.
- Po stronie wyjścia AC zabezpieczenia SPD można podłączyć wiele falowników. W takim przypadku łączna długość przewodów między modułem SPD AC a wszystkimi falownikami nie powinna przekraczać 9 m.



### Przewody komunikacyjne

Linie energetyczne to nie jedyne kable przewodzące kierujące przepięcia do układu elektronicznego falownika. Przewody komunikacyjne (RS485 i Ethernet) należy również chronić za pomocą zabezpieczeń przeciwprzepięciowych.

- W niektórych przypadkach zabezpieczenie SPD jest wbudowane w falowniku. W innych przypadkach SPD można zakupić oddzielnie od firmy SolarEdge. Specyfikacja techniczna i numery katalogowe są zawarte w arkuszu danych technicznych. Instrukcje instalacji są dostarczane z SPD.
- W przypadku innych rodzajów przewodów komunikacyjnych (np. Ethernet) firma SolarEdge zaleca zastosowanie zewnętrznych zabezpieczeń przeciwprzepięciowych na każdym przewodzie komunikacyjnym w następujących sytuacjach:
  - odległość między urządzeniami wynosi powyżej 10 m
  - istnieje ryzyko występowania indukowanych przepięć

Jeżeli to możliwe, zaleca się montaż SPD dla przewodów komunikacyjnych wewnątrz modułu zabezpieczenia DC falownika SolarEdge. W przeciwnym razie podczas prowadzenia przewodów komunikacyjnych w pobliżu przewodów zasilających AC i DC należy zapewnić następujące parametry znamionowe izolacji żył przewodów komunikacyjnych:

- w przypadku prowadzenia przewodów w pobliżu przewodów zasilających DC: 600 V
- w przypadku prowadzenia przewodów w pobliżu przewodów zasilających AC: 300 V

dla Ameryki Północnej i Australii: w przypadku prowadzenia przewodów komunikacyjnych z modułu zabezpieczającego DC do falownika za pomocą przepustów kablowych zaleca się umieszczenie przewodników w tulejce izolacyjnej.

#### UWAGA



Nie zaleca się prowadzenia przewodów komunikacyjnych w tym samym przepuście co przewody zasilające DC lub AC inne niż falownika. Należy w tym celu użyć innego przepustu i wykorzystać jeden z otworów wybijanych modułu zabezpieczającego DC jako wejście.

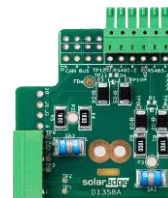
### Ochrona przeciwprzepięciowa RS485

Wymagania dotyczące okablowania zabezpieczenia przeciwprzepięciowego RS485:

- typ kabla: min. 3-żyłowy ekranowany kabel (skrętka) (może być zastosowany kabel 4-żyłowy)
- przekrój poprzeczny kabla: 0,2– 1,0 mm<sup>2</sup>/24–18 AWG (może być zastosowany kabel CAT6)
- Maksymalna liczba węzłów: 32
- maksymalna odległość pomiędzy pierwszym i ostatnim urządzeniem: 1 km
- zaleca się stosowanie przewodów odpornych na temperaturę 85°C

Dla odnośnych zastosowań falowników trójfazowych do ochrony RS485 SolarEdge zaleca [zabezpieczenie przeciwprzepięciowe SE-RS485-SPD3-B- K4](#).

- Znamionowy prąd wyładowczy:  $I_n(8/20)\mu s$  5 kA
- Maksymalny prąd wyładowczy:  $I_{max}(8/20)\mu s$  15 kA



Dla odnośnych zastosowań falowników jednofazowych do ochrony RS485 SolarEdge zaleca [zabezpieczenie przeciwprzepięciowe SE-RS485-SPD2- K2](#).

- Znamionowy prąd wyładowczy:  $I_n(8/20)\mu s$  5 kA
- Maksymalny prąd wyładowczy:  $I_{max}(8/20)\mu s$  15 kA



### Alternatywne zabezpieczenia SPD

SPD ZJBENY BUD-40/3 lub urządzenia równoważne.

- Znamionowy prąd wyładowczy:  $I_n(8/20)\mu s$  20 kA
- Maksymalny prąd wyładowczy:  $I_{max}(8/20)\mu s$  40 kA



Citel DLA-12D3 lub urządzenia równoważne:

- Znamionowy prąd wyładowczy:  $I_n(8/20)\mu s$  5 kA
- Maksymalny prąd wyładowczy:  $I_{max}(8/20)\mu s$  20 kA



### Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe Ethernet

Wymagania dotyczące okablowania zabezpieczenia przeciwprzepięciowego Ethernet:

- typ kabla: CAT6
- maksymalna odległość pomiędzy falownikiem i routerem: 100 m

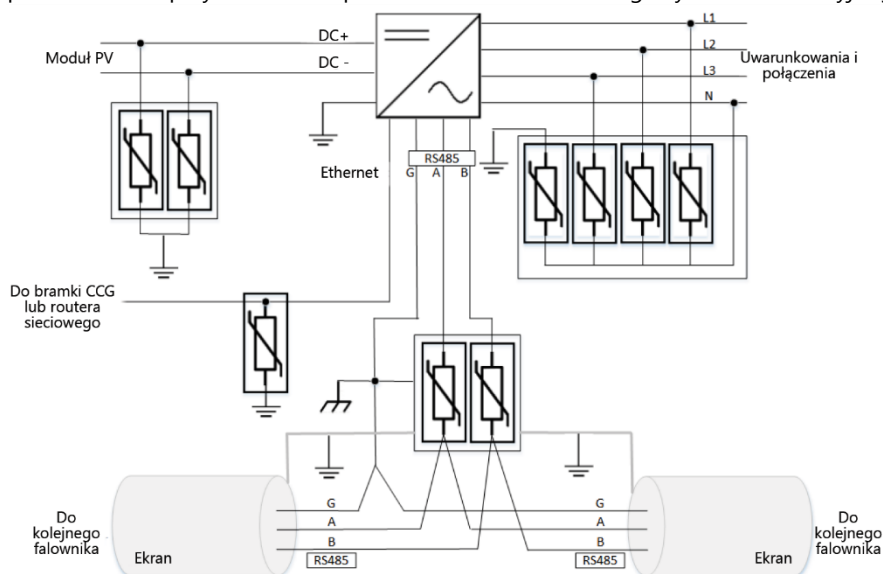
Urządzenia powinny zapewniać następujące parametry ochrony przepięciowej:

- Znamionowy prąd wyładowczy:  $I_n(8/20)\mu s$  10 kA
- Maksymalny prąd wyładowczy:  $I_{max}(8/20)\mu s$  20 kA

Do ochrony Ethernet SolarEdge zaleca stosowanie SPD marki Citel, seria MJ8, lub równoważnych zabezpieczeń.

## Przykład systemu komercyjnego z zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym

Na poniższym rysunku przedstawiono przykład układu przewodów z SPD dla małego systemu komercyjnego.



Rysunek 9: Przykład systemu zabezpieczenia przeciwprzepięciowego