

# Ograniczniki ETITEC A ETI Polam do napowietrznych sieci nn

Celem artykułu jest przybliżenie czytelnikom zagadnień ochrony przeciwprzebieciowej realizowanej w warunkach napowietrznych sieci nn przez ograniczniki klasy A instalowane począwszy od transformatora SN/nn, poprzez całą sieć rozdzielczą nn, a skończywszy na przyłączach napowietrznych budynków.

W dostępnej literaturze fachowej można znaleźć wiele artykułów nt. wielostopniowej ochrony przeciwprzebieciowej w obiektach, natomiast stosunkowo mało jest informacji odnośnie pierwszego stopnia ochrony, jakimi są ograniczniki klasy A.

W nazewnictwie fachowym, nadal funkcjonuje podział ograniczników na klasy A, B, C, D, który występuje w normach niemieckich

DIN/VDE. Ograniczniki przepięć ETITEC A (rys. 1), oznaczone jako klasa A, przeznaczone są do ochrony linii elektroenergetycznych napowietrznych i transformatorów. Charakteryzuje je znamionowy ( $I_n$ ) i graniczny ( $I_{max}$ ) prąd wyładowczy o kształcie 8/20  $\mu$ s. Odpowiada to zagrożeniu, jakie stwarzają wyładowania atmosferyczne w sąsiedztwie linii napowietrznych lub bezpośredniemu wyładowaniu w linię w znacznej odległości od miejsca,

w którym są zainstalowane ograniczniki przepięć klasy A. Niestety podczas bezpośredniego wyładowania w instalację odgromową zewnętrzną lub w linię napowietrzną w sąsiedztwie układu ograniczników dochodzą do nich prądy o wartościach znacznie przewyższających ich wytrzymałość udarową. Następuje zniszczenie ograniczników i do obiektu wnika destruktcyjne udary o nieograniczonych wartościach. Również

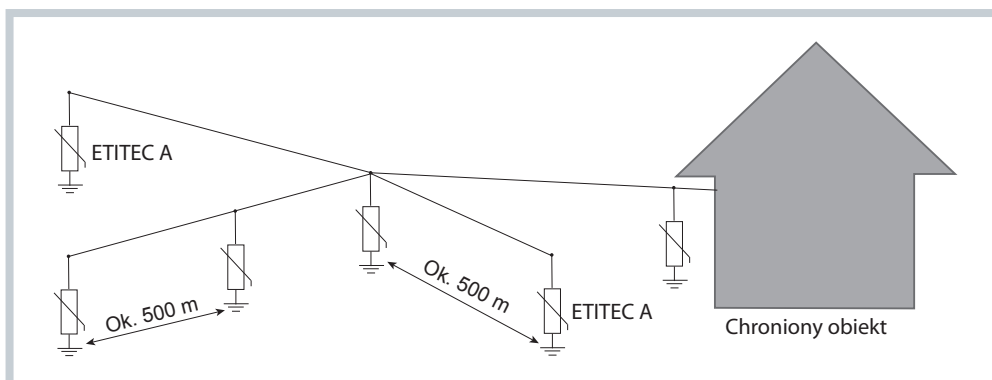
**Podczas bezpośredniego wyładowania w instalację odgromową zewnętrzną lub w linię napowietrzną w sąsiedztwie układu ograniczników dochodzą do nich prądy o wartościach znacznie przewyższających ich wytrzymałość udarową.**



Rys. 1. Ogranicznik przepięć ETITEC A-O z odłącznikiem



Rys. 2. Ogranicznik przepięć ETITEC A bez odłącznika



Rys. 3. Rozmieszczenie ograniczników przepięć ETITEC A w sieci napowietrznej niskiego napięcia

**W ramach wielostopniowej ochrony przeciwprzepięciowej obiektu, jako pierwszy stopień celowe jest zainstalowanie ogranicznika napowietrznego klasy A.**

wielkie zagrożenie występuje we wnętrzu obiektu zasilanego z krótkiej linii kablowej.

W ramach wielostopniowej ochrony przeciwprzepięciowej obiektu, jako pierwszy stopień celowe jest zainstalowanie ogranicznika napowietrznego klasy A (rys. 1, 2). Zatem analiza założeń do ochrony przeciwprzepięciowej powinna uwzględniać także ten stopień, tym bardziej że oferta ograniczników przepięć dla takich zastosowań jest systematycznie uzupełniana o coraz to nowsze rozwiązania i zabezpieczenia o lepszych parametrach. Zastosowanie ograniczników klasy A znacząco poprawia warunki pracy sieci niskiego napięcia i umożliwia harmonijną współpracę ochrony przeciwprzepięciowej wielostopniowej na dalszych stopniach (ograniczniki klasy B, C...).

Podczas projektowania ochrony przeciwprzepięciowej sieci elektroenergetycznej o napięciu poniżej 1000 V należy poprawnie dobrać i rozmieścić ograniczniki klasy A, chroniące przed przepięciami: linie napowietrzne, urządzenia stacji rozdzielczej i instalacje elektryczne w chronionym obiekcie budowlanym. W liniach sieci rozdzielczej ograniczniki przepięć klasy A należy instalować:

- na końcu każdego odcinka linii napowietrznej;
- w miejscach, gdzie linia napowietrzna przechodzi w linię kablową;

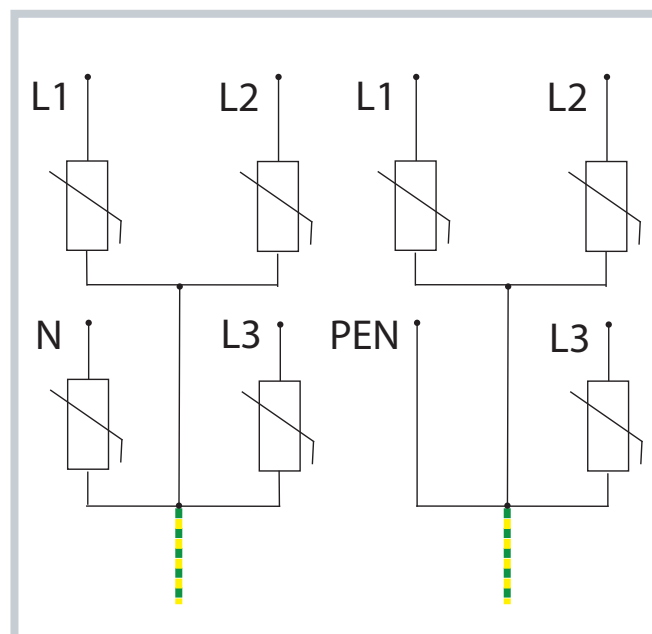
- na liniach zasilających instalacje odbiorcze w obiektach budowlanych. W takim przypadku ograniczniki klasy A należy instalować na słupie linii elektroenergetycznej położonym najbliżej budynku lub w pobliżu izolatorów naściennych na zewnątrz budynku w miejscu wprowadzenia instalacji do wnętrza budynku;

- po stronie niskiego napięcia transformatorów, które chronione są ogranicznikami przepięć po stronie wysokiego napięcia. Maksymalna odległość pomiędzy zainstalowanymi ogranicznikami przepięć powinna wynosić ok. 500 m (rys. 3). Na terenach, gdzie odnotowuje się dużą liczbę dni burzowych, zalecany jest odstęp ok. 300 m.

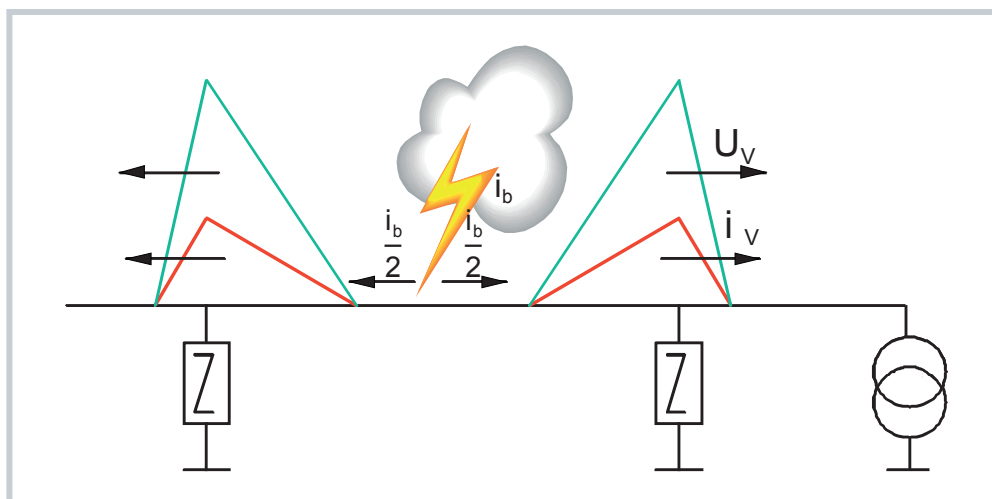
W zależności od konfiguracji sieci niskiego napięcia ograniczniki przepięć klasy A montuje się jak na rys. 4.

Jednym z najgroźniejszych przypadków jest bezpośrednie wyładowanie atmosferyczne w przewody napowietrznej linii elektroenergetycznej. Aby w sposób przybliżony ocenić takie zagrożenie przepięciowe, można przyjąć, że wyładowanie trafiające w linię to jest źródło prądowe  $i_b$  włączone do przewodu linii napowietrznej (rys. 5). Ponieważ prąd piorunowy rozplywa się w tym przypadku w obie strony, do rozważań należy wziąć pod uwagę wartość prądu udarowego  $i_b/2$ .

Zakładając, że wartość impedancji falowej  $Z$  przewodu linii napowietrznej wynosi ok.  $400 \Omega$ , przy rozplywie prądu udarowego wystąpi napięcie  $U = Z \times i_b/2$ . Przykładowo dla prądu piorunowego o wartości szczytowej  $I = 20 \text{ kA}$  i impedancji falowej  $Z = 400 \Omega$  otrzymuje się napięcie  $U = 4000 \text{ kV}$ . Ograniczona wytrzymałość udarowa izolatorów wsporczych linii powoduje, że w rzeczywistych liniach napowietrznych przy przepięciu niższym niż  $4000 \text{ kV}$  dochodzi na izolatorze do przeskoku, po którym poziom napięcia pomiędzy przewodem a ziemią zależy



Rys. 4. Układy połączeń ograniczników ETITEC A na słupie linii napowietrznej



Rys. 5. Bezpośrednie wyładowanie w linię napowietrzną – symulacja

od spadku napięcia, spowodowanego indukcyjnością przewodu i rezystancją uziemienia słupa, na którym wystąpił przeskok.

- napięciowy poziom ochrony  $U_p$ ;
- znamionowy prąd wyładowczy  $I_n$  (8/20);
- maksymalny prąd wyładowczy  $I_{max}$  (8/20).

Tablica 1. Dobór napięcia pracy ciągłej  $U_c$  ograniczników ETITEC A w zależności od typu sieci i sposobu podłączenia ogranicznika

Układ sieci i sposób podłączenia	TN-S	TN-C	TNC-S	TT	IT
Pomiędzy fazą (L1,L2,L3) a przewodem PEN lub PE oraz N [V]	280	280	280	280	500
Pomiędzy fazami L1, L2, L3 [V]	500	500	500	500	500

### Dobór ograniczników ETITEC A do warunków sieciowych

Prawidłowy dobór ograniczników przepięć powinien uwzględniać przynajmniej podstawowe parametry, jakimi są:

- napięcie trwałej pracy  $U_c$ ;

### Napięcie trwałej pracy $U_c$

Napięcie trwałej pracy  $U_c$  jest to największa wartość skuteczna napięcia zmiennego lub największa wartość napięcia stałego, które może być przyłożone w sposób ciągły do ogranicznika. Napięcie  $U_c$  ograniczników przepięć montowanych pomiędzy fazą a przewodem neutralny N powinno spełniać warunek :

$$U_c \geq 1,1 U_m/\sqrt{3}$$

gdzie  $U_m$  jest najwyższym napięciem sieci.

W układach sieci TN lub TT przy montażu ograniczników przepięć pomiędzy fazą L a przewodem neutralnym N oraz przewodem neutralnym a ziemią, należy stosować ograniczniki przepięć o napięciu trwałej pracy  $U_c=280$  V. Natomiast przy montażu ograniczników przepięć pomiędzy fazy, napięcie trwałej pracy  $U_c$  powinno spełniać następujący warunek:

$$U_c \geq 1,1 U_m.$$

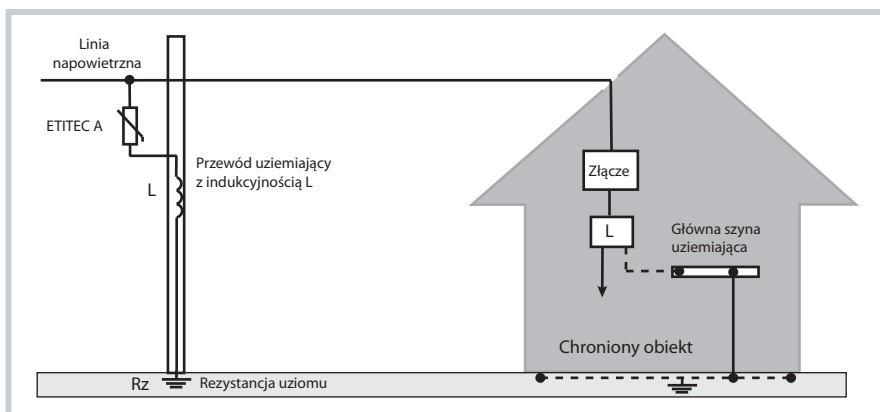
Ograniczniki przepięć o napięciu trwałej pracy  $U_c=500$  V należy montować w systemach TT, TN – ochrona faza-faza, oraz w systemie IT przy ochronie faza-przewód neutralny i faza-faza (tablica 1).

### Napięciowy poziom ochrony $U_p$

Napięciowy poziom ochrony  $U_p$  jest parametrem charakteryzującym działanie ogranicznika w zakresie skuteczności ograniczania napięcia na jego zaciskach przy przepływie prądu wyładowczego  $I_n$ . Jest to wartość podawana przez producenta. Poziom ochrony ograniczników przepięć w praktyce wyznaczany jest poprzez sprawdzenie stosunku napięciowego poziomu ochrony

Tablica 2. Podstawowe parametry ograniczników przepięć nn ETITEC A

Parametry techniczne	ETITEC A ETITEC A-O 280/5	ETITEC A ETITEC A-O 500/5	ETITEC A ETITEC A-O 660/5	ETITEC A ETITEC A-O 280/10	ETITEC A ETITEC A-O 500/10	ETITEC A ETITEC A-O 660/10	ETITEC A ETITEC A-O 280/15	ETITEC A ETITEC A-O 500/15	ETITEC A ETITEC A-O 660/15
Napięcie pracy ciągłej $U_c$ (V)	280	500	660	280	500	660	280	500	660
Znamionowy prąd wyładowczy $I_n$ (kA)	5	5	5	10	10	10	15	15	15
Maksymalny prąd wyładowczy $I_{max}$ (kA)	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Poziom ochrony $U_p$ przy prądzie $I_n$ (kA)	950	1500	1750	950	1500	1750	1600	2000	2200
Zakres temperatur pracy (°C)	Od -40 do 80								
Wyposażenie w odłącznik	nie/tak	nie/tak	nie/tak	nie/tak	nie/tak	nie/tak	tak	tak	tak



Rys. 6. Schemat połączenia ogranicznika ETITEC A na słupie linii napowietrznej

$U_p$  do napięcia trwałej pracy  $U_c$ . Im ten iloraz jest mniejszy, tym zakres ochrony izolacji zabezpieczanych urządzeń jest większy. Jeżeli wymagany poziom ochrony nie może być osiągnięty przez zastosowanie pojedynczego ogranicznika przepięć, należy zastosować dodatkowe układy ograniczników.

### Znamionowy prąd wyładowczy $I_n$

Znamionowy prąd wyładowczy  $I_n$  to wartość szczytowa prądu o kształcie  $8/20 \mu s$  płynącego przez ogranicznik. Jest on używany do klasyfikacji ogranicznika w próbach klasy II. Średnia wartość prądów pochodzących od wyładowań atmosferycznych wynosi ok. 30 kA. Przy uderzeniu pioruna w linię napowietrzną, prąd ten rozplynie się w trzech fazach (nie-

jednokrotnie w czterech przewodach) w obu kierunkach. Z pewnym przybliżeniem można przyjąć, że prąd płynący przez ogranicznik będzie wynosił:

$$I_n = I/6$$

gdzie  $I$  – wartość prądu piorunowego. Wtedy prąd płynący przez ogranicznik wyniesie:

$$I_n = 30 \text{ kA} / 6 = 5 \text{ kA}$$

Z powyższego wynika, że ogranicznik przepięć o znamionowym prądzie wyładowczym  $I_n = 5 \text{ kA}$  i  $I_{max} = 10 \text{ kA}$  dostatecznie zabez-

Rys. 7. Ograniczniki przepięć ETITEC A zainstalowane na linii napowietrznej nn



Tablica 3. Zestawienie wersji zacisków liniowych stosowanych w ogranicznikach przepięć ETITEC A

Zestawienie	Typ zacisku liniowego	Zastosowanie
	Zacisk metalowy odporny na korozję	Linie napowietrzne z przewodami „gołymi”
	Zacisk podwójny, obustronnie przebijający izolację	Linie napowietrzne z przewodami izolowanymi. Przeznaczony do realizacji przyłączy napowietrznych z przewodami izolowanymi. Może pracować jako zacisk pojedynczy. Przekroje przewodów do 95 mm <sup>2</sup> . Moment dokręcania – 22 Nm
	Zacisk podwójny, jednostronnie przebijający izolację	Linie napowietrzne z przewodami izolowanymi. Przeznaczony do realizacji przyłączy napowietrznych z przewodami izolowanymi. Może pracować jako zacisk pojedynczy. Przekroje przewodów do 95 mm <sup>2</sup> . Moment dokręcania – 22 Nm
	Wypust w formie przewodu ASXSn 16 mm <sup>2</sup> o długości 600 mm	Dostosowany do pracy w liniach napowietrznych z przewodami izolowanymi z większością podwójnych zacisków przebijających (np. ERICO, ENSTO, MALICO)

piecza sieć niskiego napięcia lub transformator. Na terenach gdzie występuje większa częstotliwość dni burzowych zalecane jest stosowanie ograniczników przepięć o prądzie wyładowczym  $I_n = 10 \text{ kA}$  i  $I_{\text{max}} = 15 \text{ kA}$ .

**Maksymalny prąd wyładowczy  $I_{\text{max}}$**

Maksymalny prąd wyładowczy  $I_{\text{max}}$  to wartość szczytowa prądu o kształcie 8/20  $\mu\text{s}$  płynącego przez ogranicznik i wartości zgodnie z sekwencją próby działania dla klasy II. Dobór tego parametru jest w zasadzie sprawą wtórną, ponieważ wynika on z doboru parametru  $I_n$ . Ograniczniki ETITEC A cechują się prądem  $I_{\text{max}}$  na poziomie 40 kA.

charakterystycznej czerwonej części;

- odłącza od uziemienia ogranicznik przepięć przeznaczony do wymiany, zapobiegając trwałemu zwarciu doziemnemu w przypadku uszkodzenia jego elementu warystorowego.

Połączenia ograniczników przepięć do montażu na linię napowietrzną powinny być zgodne z powszechnie dostępnymi wytycznymi zawartymi w dokumencie wydanym przez PTPIREE (Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej) „Ochrona sieci elektroenergetycznych od przepięć – wskazówki wykonawcze” Poznań 1999 r. Przekroje przewodów łączących ogranicznik z przewodami roboczymi i uziemieniem nie powinny być mniejsze niż 10 mm<sup>2</sup> (Cu) i 16 mm<sup>2</sup> (Al), przy czym odcinki przewodów powinny być możliwie jak najkrótsze z uwagi na możliwość powstania dużych spadków napięcia przy przepływie prądu wyładowczego.

Ograniczniki ETITEC A instalowane na liniach zaleca się lokalizować w miejscach uziemienia przewodu ochronnego PE lub przewodu ochronno-neutralnego PEN. W innych przypadkach należy wykonać uziom, z którym należy połączyć przewodem uziemiającym zacisk uziomowy ogranicznika. Rezystancja uziemienia ograniczników przepięć ETITEC A nie powinna być większa niż 10  $\Omega$ . ■

inż. Roman Kłopotcki  
ETI Połam Sp. z o.o., Pułtusk

**Przykład oznaczenia katalogowego ograniczników ETITEC A**

