

### OCHRONA PRZED PRZEPĘCIAMI i OCHRONA OSÓB z uwzględnieniem trakcji, pojazdów trakcyjnych i urządzeń trakcyjnych

Układy elektroniczne są coraz bardziej wrażliwe na wzrastające zakłócenia elektromagnetyczne, które mogą wpływać na układ powodując jego awarię lub destrukcję. Dlatego dziś stosowanie ochronników przepięciowych jest już koniecznością. (patrz EN 62305).

Sieci trakcyjne prądu stałego nigdy nie były wykorzystywane jako sieci dystrybucyjne, ale obecnie często są wykorzystywane do zasilania różnych urządzeń w pobliżu linii trolejbusowych i tramwajowych. Są to np. zwoznice, zasilacze automatów biletowych, zasilacze kamer, oświetlenie przystanków, systemy głosowe oraz urządzenia zabezpieczające, smarownice i ogrzewanie zwoznic, itp.

Z zasilaniem tych urządzeń zawsze były problemy z punktu widzenia zjawisk przejściowych i komutacyjnych, które powodowały skoki napięcia na linii. W przypadku sieci trakcyjnych DC na urządzenia ma też wpływ używanie trakcji AC/DC, ewentualnie sterowanie przetworników z tranzystorami IGBT.

Do ochrony urządzeń zasilanych z sieci trakcyjnej DC nie wystarczy tylko użycie ochronników przepięciowych, które są bezpośrednio częścią urządzeń, ale ochrona musi być realizowana konsekwentnie trzystopniowo z uwzględnieniem niestandardowych przepięciowych skoków napięcia w sieci.

#### Źródła przepięć:

- bezpośrednie lub pośrednie uderzenie pioruna w przewody trakcyjne, budynki podstacji, linie SN, które zasilają podstacje. Indukcja do urządzeń trakcyjnych.
- przejazdy przez izolatory sekcyjne (również pod obciążeniem)
- rekuperacja (hamowanie pod izolatorami sekcyjnymi), krótkie, ale wysokoenergetyczne szczyty
- rekuperacja i przejazdy izolatorów sekcyjnych między podstacjami (najgorszy przypadek)
- komutacja odcinków w podstacjach
- powstanie przepięcia w prostownikach i ich wzajemna interakcja w podstacjach



Do ochrony podstacji, sieci trakcyjnych, urządzeń i pojazdów trakcyjnych z powodzeniem stosuje się ogranicznik przepięciowy PSP 1/10/III czeskiego producenta ACERHK.

Ogranicznik tworzy pakiet warystorów, które są umieszczone w rurce z laminatu szklanego i cały ogranicznik jest zalany w obudowie silikonowo-kauczukowej.

$U_{ref}$  (napięcie, przy którym przez warystor zaczyna przepływać prąd 3 mA) waha się około 1,7 kV przy znamionowym prądzie wyładowczym 10 kA. W nowo produkowanym typie PSP 1/10/III SL  $U_{ref}$  jest obniżone aż na 1,3 kV. Napięcie szczytowe wynosi 3,3 kV (ew. 2,5 kV dla typu SL).

### Podstacje prostownikowe



W projekcie ochrony przeciwprzebieciowej trzeba pamiętać o ochronnikach na stronie SN oraz nn. Po stronie SN tę problematykę powinien rozwiązać zakład energetyczny dostarczający energię elektryczną. Po stronie nn za transformatorem powinny być umieszczone odgromniki typ 1, które ochronią wejście do podstacji przed przebieciami komutacyjnymi (manipulacja na SN) i przed przebieciami atmosferycznymi (uderzenia pioruna i indukcja do sieci).

Po stronie DC za prostownikami w poszczególnych sekcjach jest wskazane użycie ochronników przebieciowych typ 1+2 (np. PIV-720 DC / 1000 DC czeskiego producenta HAKEL), które ograniczają przebiecia powstające w sieci trakcyjnej i wpływające w ten sposób retroaktywnie stronę DC prostownika.

### Sieć trakcyjna

Na linii tramwajowej jest ogranicznik PSP użyty bezpośrednio na słupach między siecią trakcyjną i torem, natomiast na linii trolejbusowej między biegunem dodatnim i ziemią i między biegunem ujemnym i ziemią.

W przypadku trakcji trolejbusowych zalecamy też użycie ochronników przebieciowych na końcach linii sieci trakcyjnej (pętłach) między biegunami + i – dla ograniczenia przebiecia łączeniowego.



### Pojazdy

Na trolejbusach i tramwajach stosuje się taki sam typ ograniczników, jak w sieci.

### Kompleksowe rozwiązanie

W kompleksowym rozwiązaniu jest konieczne użycie ochronników przebieciowych w podstacjach oraz równomiernie rozmieszczonych w całej sieci trakcyjnej, przy zwrotnicach oraz urządzeniach, które zmieniają napięcie z sieci trakcyjnej na niskie napięcie. Jako ochrony przed indukcją jest konieczne użycie w urządzeniach elektronicznych ochronników przebieciowych typ 3, jeżeli takiego ochronnika już nie posiadają. Jest konieczna ochrona wszystkich wejść do chronionego urządzenia, np. pętla prądowa i wejść cyfrowych. Dzięki zastosowaniu ochronników zwiększy się ochrona przed przebieciem.

Użycie ochronników przebieciowych wyraźnie ograniczy przebiecia robocze, indukcję od przebiec atmosferycznych, oraz zwiększy niezawodność całego eksploatowanego systemu.

## Ograniczniki niskiego napięcia

HL120 jest to ogranicznik niskiego napięcia (low voltage limiter LVL według EN 50122-1 ed.2) przeznaczony do ochrony dostępnych części przewodzących konstrukcji metalowych w sieciach trakcyjnych AC lub DC. Jest stosowany do skutecznej ochrony osób, które mogą zetknąć się z tymi częściami w razie uderzenia pioruna lub w razie awarii linii trakcyjnej. HL instaluje się bezpośrednio na chronioną konstrukcję budowlaną (z pomocą dwóch śrub M12) tak, aby w razie jego uaktywnienia powstało przewodzące połączenie między tą konstrukcją i torowiskiem. Zasada konstrukcji HL jest oparta na połączeniu równoległym trzech elementów nieliniowych (1 szt. wysokoenergetyczny warystor metalowo-tlenkowy MOV plus 2 szt. tyrystor wysokiej mocy), które są wbudowane do obudowy ze stali nierdzewnej. W razie uaktywnienia HL prądem wyładowania atmosferycznego lub prądem powstałym w wyniku kontaktu chronionej konstrukcji metalowej np. ze spadniętym przewodem trakcyjnym, w pierwszej chwili ten prąd zostaje zwarty do torowiska szybką reakcją MOV (standardowo podawany czas jego reakcji wynosi 25 ns). Maksymalna wartość amplitudy tego prądu może wynosić do 40 kA (10/350). Przez czas uaktywnienia MOV powstaje na nim spadek napięcia ok. 500 V (voltage protection level VPL).

Aby ciepło wyzwalane w MOV nie uszkodziło jego konstrukcji, w sprzęcie HL jest wbudowany element opóźniający, który po ok. 1 ms wywołuje zapłon obu wbudowanych tyrystorów wysokiej mocy, przy tym ten zapłon jest wywołany przez VPL na warystorze. Według biegunowości napięcia na MOV jest uaktywniany odpowiedni tyrystor z wbudowanej pary i przejmuje prąd, który do tej pory odprowadzał



uaktywniony MOV. W zależności od aktualnej wartości przepływającego prądu spadek napięcia na tym tyrystorze może być w zakresie 1÷3 V. Jeżeli powstał prąd aktywujący jest znacznie mniejszy niż maks. prąd roboczy użytego tyrystora, proces ten może trwać nawet dziesiątki sekund, typowa wartość jest 300 A/60 s rewersyjnie, co odpowiada przepuszczonemu ładunkowi ok. 18000 As.

Przez czas uaktywnienia tyrystora powstaje na nim duża strata mocy, dlatego konstrukcja obudowy HL jest rozwiązana na zasadzie odprowadzania wyzwalanego ciepła do jego metalowego płaszcza obwodowego i dalej przez ten płaszcz do konstrukcji chronionego urządzenia. Ważnym

wymaganiem dot. HL jest warunek powstania zwarcia wewnętrznego w przypadku przeciążenia napięciowego, prądowego lub cieplnego wbudowanego MOV, co jest w konstrukcji HL spełnione.

