

Badania typu wg PN-EN 61643-21 ograniczników przepięć RST

Opracowanie:

dr inż. Tomasz Maksimowicz

RST Sp. z o.o.

Ul. Gen. W. Andersa 40a

15-113 Białystok

NIP: 5423278389

www.rst.pl | www.sklep.rst.pl

e-mail: rst@rst.pl

Dlaczego badania typu są tak istotne

Każdy produkt wprowadzany do sprzedaży powinien spełniać określone wymagania, które są zależne od rodzaju produktu i jego przeznaczenia. Wymagania te zawarte są najczęściej w normach krajowych lub międzynarodowych. W przypadku urządzeń do ograniczania przepięć (SPD) przeznaczonych do ochrony obwodów sygnałowych taką normę stanowi PN-EN 61643-21. Zawarte są w niej ściśle określone próby, które składają się na badania typu ograniczników przepięć. Zakres prób zależy natomiast od konstrukcji i funkcji ogranicznika przepięć.

Dlaczego przeprowadzenie badań jest tak ważne? Przede wszystkim badania pozwalają na weryfikację zakładanych deklarowanych parametrów urządzenia. Dotyczy to zarówno podstawowych parametrów elektrycznych, jak i parametrów udarowych. Kompletna konstrukcja ogranicznika przepięć może charakteryzować się innymi właściwościami niż zastosowane pojedyncze elementy składowe. Przeprowadzenie badań typu gwarantuje zatem przede wszystkim pewność spełnienia przez produkt właściwości, jakie przypisuje mu producent.

Badania typu wg PN-EN 61643-2

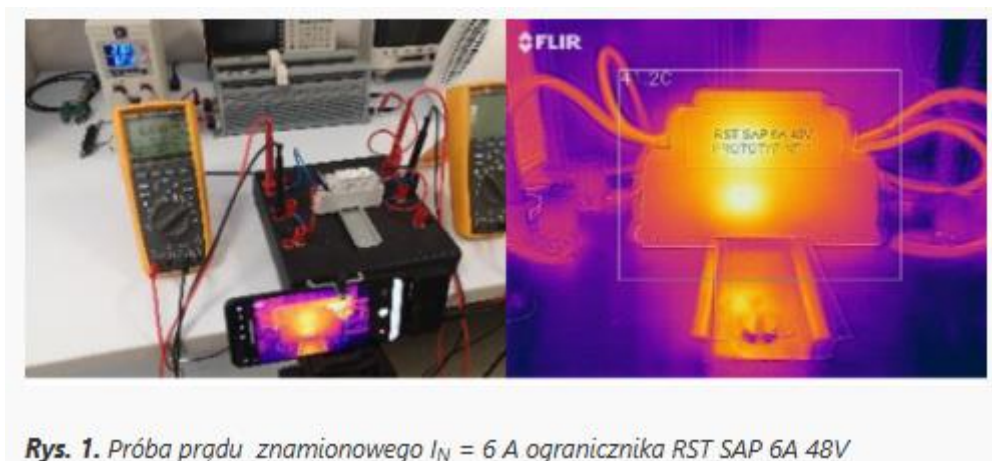
Norma produktowa dotycząca ograniczników przepięć do ochrony obwodów sygnałowych obejmuje szereg prób, które składają się na badania typu. Zakres poszczególnych prób zależy od konstrukcji i funkcji ogranicznika przepięć, a także od deklarowanych właściwości. Pełen zakres badań obejmuje następujące próby:

- ogólne,
- transmisyjne,
- mechaniczne,
- środowiskowe,
- ograniczania napięcia,
- ograniczania prądu.

Próby ogólne dotyczą identyfikacji i znakowania produktu. Na etykiecie produktu i w dołączonej dokumentacji powinny być zawarte najważniejsze informacje pozwalające na identyfikację produktu i określenie jego podstawowych właściwości elektrycznych. Próby mechaniczne to przede wszystkim testy zacisków przyłączeniowych pod względem jakości i możliwości wielokrotnego przyłączania i odłączania przewodów. Próby te obejmują także określenie stopnia szczelności obudowy IP i odporności na ogień. Pozostałe próby to szereg badań elektrycznych mających na celu sprawdzenie, czy ogranicznik będzie prawidłowo funkcjonował w obwodzie w określonych warunkach, który ma zabezpieczać oraz czy funkcje ograniczania napięcia (i ograniczania prądu, jeżeli dotyczy) działają prawidłowo i przede wszystkim, czy konstrukcja wytrzymałe przepływy prądów udarowych o określonych wartościach.

Podstawowe parametry znamionowe

Ograniczniki przepięć w obwodach sygnałowych przyłączane są w chroniony obwód szeregowo, a zatem sygnał użyteczny powinien przejść przez urządzenie bez zniekształcenia. Ograniczniki przepięć RST są w pierwszej kolejności szczegółowo badane pod kątem deklarowanych znamionowych wartości najwyższego napięcia trwałej pracy U_c i prądu znamionowego I_N . Pomiary przy deklarowanej wartości napięcia U_c mają zweryfikować, czy funkcje ograniczania napięcia nie będą działały zbyt wcześnie, co mogłoby doprowadzić do ograniczenia wartości sygnału użytecznego lub pojawienia się prądów upływu. Próba prądu znamionowego jest szczególnie istotna w obwodach, w których spodziewane są prądy o dużym natężeniu. Stosowane w ogranicznikach dwustopniowych elementy szeregowo powinny wytrzymać przepływ takiego prądu bez nadmiernego nagrzewania się. Na rysunku 1. przedstawiono zdjęcia z prób prądem znamionowym ogranicznika RST SAP 6A 48V przy prądzie znamionowym o natężeniu 6 A. Próby te są w rzeczywistości bardzo istotne, ponieważ niewłaściwy dobór ogranicznika pod kątem parametrów znamionowych może nawet doprowadzić do jego przeciążenia i uszkodzenia.

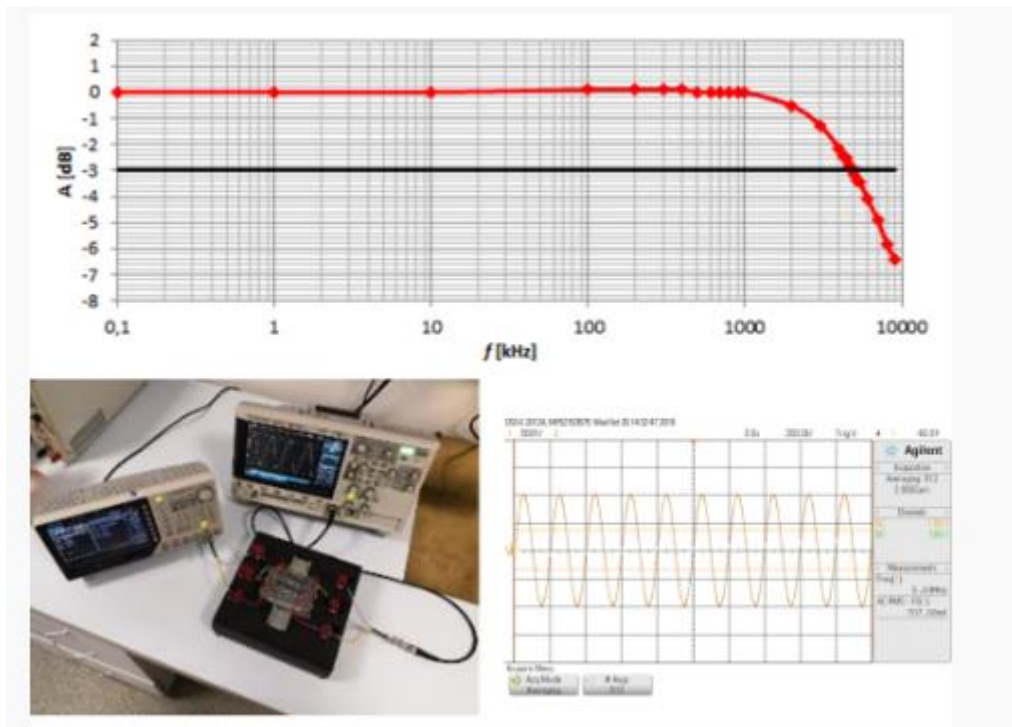


Rys. 1. Próba prądu znamionowego $I_N = 6 A$ ogranicznika RST SAP 6A 48V

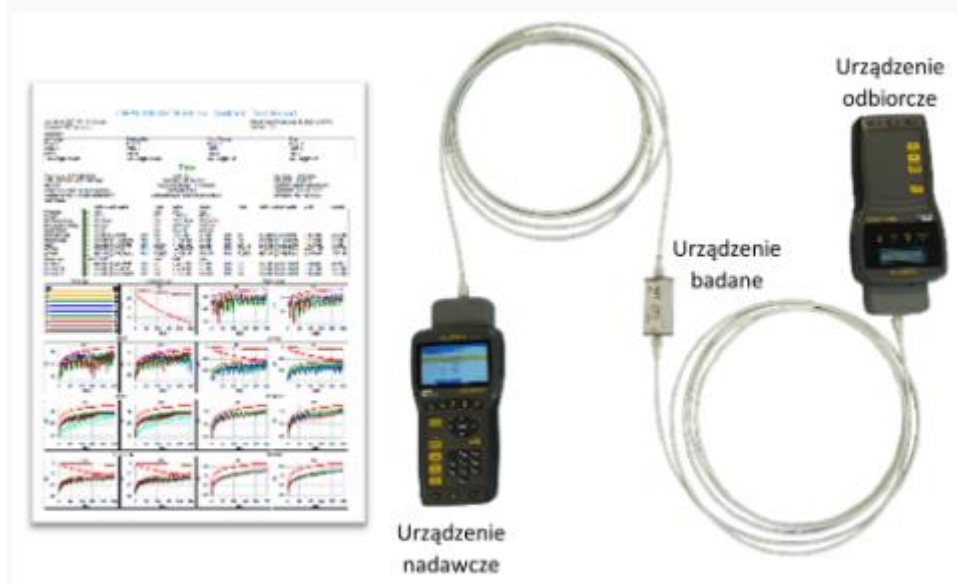
Bardziej szczegółowe badania przeprowadzane są dla ograniczników, które mają chronić obwody transmisji danych, w których przesyłane są sygnały szybkozmiennne o wyższych częstotliwościach. Próby transmisyjne mogą ograniczać się do określenia częstotliwościowego pasma pracy (tłumienności wtrąceniowej) lub mogą być rozszerzone o dodatkowe pomiary, jeżeli element ma zabezpieczać bardziej złożone obwody transmisji danych. Szerszy zakres prób dotyczy chociażby ograniczników do ochrony sieci Ethernet, w przypadku których istotne może być spełnienie wymagań określonej kategorii okablowania strukturalnego. Jak pokazują doświadczenia, najtrudniejsze w praktyce jest wyeliminowanie przeników (NEXT), czyli wzajemnego oddziaływania na siebie różnych par transmisji danych. W ogranicznikach przepięć przeniki zależą przede wszystkim od ich konstrukcji i projektu ułożenia ścieżek na laminatach pcb. To ten parametr w wielu przypadkach jest przyczyną braku spełnienia określonej kategorii okablowania strukturalnego. Wszystkie ograniczniki przepięć serii RST NET testowane są z tego względu odpowiednimi certyfikowanymi miernikami okablowania strukturalnego.

Na rysunku 2. przedstawiono stanowisko pomiarowe i wyniki badania tłumienności wtrąceniowej ogranicznika RST AKP 24V z wyznaczeniem częstotliwości granicznej 3 dB. Z kolei

rysunek 3. przedstawia układ pomiarowy i wyniki prób transmisyjnych ogranicznika RST NET PoE testowanego według Cat 6. okablowania strukturalnego.



Rys. 2. Próba charakterystyki częstotliwościowej ogranicznika RST AKP 24V



Rys. 3. Próba parametrów transmisyjnych Cat 6 ogranicznika RST NET PoE

Próby udarowe

Badania udarami prądowymi związane są z podstawową funkcją SPD. Ogranicznik przepięć zgodnie z jego przeznaczeniem ma zapewnić, że na zaciskach wyjściowych (po stronie

chronionej) nie pojawi się napięcie wyższe niż deklarowany poziom ochrony U_p , a jego konstrukcja powinna być odpowiednia do odprowadzenia do uziemienia energii udarów.

Próby dotyczące ograniczania napięcia są w rzeczywistości bardzo złożone. W ogranicznikach przepięć do ochrony obwodów zasilających, zgodnie z normą PN-EN 61643-11 już powszechnie stosuje się oznaczenia poszczególnych typów SPD:

- Typ 1, odporny na prądy pioruna, badany udarem I_{imp} (np. 10/350 μs),
- Typ 2 odporny na prądy indukowane, badany udarami I_n 8/20 μs ,
- Typ 3 do ochrony końcowej, badany udarem napięciowo-prądowym 1,2/50 μs – 8/20 μs

W przypadku ograniczników do obwodów sygnałowych norma PN-EN 61643-21 wyróżnia z kolei nie typy SPD, a kategorie prób udarowych. Wśród nich jako najistotniejsze należy przede wszystkim wyróżnić:

- kategorie C1 i C2 – badania udarami I_n (I_{max}) 8/20 μs (odpowiednik SPD Typu 2)
- kategorie D1 – badania udarem I_{imp} (np. 10/350 μs) (odpowiednik SPD Typu 1)
- kategorie B2 – badania udarem napięciowym 10/700 μs (tzw. udar telekomunikacyjny)

Poza powyższymi często stosowane są badania kategorii C3, które przy napięciu narastającym o zboczu 1 kV/ μs pozwalają na sprawdzenie przy jakiej wartości napięcia ogranicznik przechodzi w stan przewodzenia, czyli kiedy aktywuje się funkcja ograniczania napięcia. Norma wyróżnia także inne kategorie, takie jak badania przy wolnym czasie narastania napięcia i próbami prądem przemiennym (kategorie A1 i A2) oraz innymi kształtami udarów (kategorie B1, B3, D1), ale te w praktyce są rzadko stosowane. Jako podstawowe stosuje się najczęściej C1, C2, C3 oraz D1 i B2.

W tablicy 1. przedstawiono przykładowy zakres prób udarowych ograniczników przepięć RST Gaurd 24V S oraz RST SAP 3A 24V S. Zestawienie to pokazuje dwie istotne kwestie: liczbę udarów i ich konfigurację. Liczba prób udarowych poszczególnych kategorii jest różna: stosuje się od 1 lub 2 udarów dużej energii C2 (I_{max}) lub D1 (I_{imp}) do nawet 300 udarów przy kategorii C1. Zatem stwierdzenie, że ogranicznik uszkadza się po wystąpieniu przepięcia jest mitem – dobrej jakości ogranicznik powinien wytrzymywać udary wielokrotnie, a jego uszkodzenie powinno nastąpić dopiero po przekroczeniu jego parametrów granicznych. Konfiguracja prób udarowych może być zróżnicowana, a co więcej dla różnych konfiguracji mogą być stosowane różne kategorie udarów. Jako podstawowe należy wyróżnić konfiguracje linia-ziemia, ponieważ najczęstsze i najgroźniejsze są przepięcia względem potencjału uziemienia. Zaburzenia w konfiguracji linia-linia charakteryzują się najczęściej mniejszą energią. W zależności od budowy ogranicznika mogą wystąpić także konfiguracje linia-ekran oraz ekran-ziemia. W zależności od

konfiguracji w pełnym procesie badań typu ograniczniki przepięć RST poddawane są oddziaływaniu ponad 1000 uderów o różnej energii.

Warto tu wyjaśnić różnice między znamionowym I_n (8/20 μ s), a maksymalnym I_{max} (8/20 μ s) prądem wyładowczym. Znamionowy prąd wyładowczy I_n to wartość udaru prądowego, jaki ogranicznik powinien wytrzymać wielokrotnie, natomiast prąd maksymalny I_{max} to wartość, którą SPD powinno wytrzymać co najmniej raz bez utraty swoich właściwości.

Tablica. 1. Zakres badań prób udarowych ograniczników przepięć RST Gaurd 24V S oraz RST SAP 3A 24V S.

Lp.	Kategoria/ typ próby	Napięcie obwodu otwartego	Prąd obwodu zwartego	Konfiguracja prób	Liczba uderów dla każdej konfiguracji
1	C1	1 kV 1,2/50 μ s	$I_n = 0,5$ kA 8/20 μ s	X1 - C; X2 - C; X1 - S; X2 - S; X1 - X2; S-C	300
2	C2	10 kV 1,2/50 μ s	$I_n = 5$ kA 8/20 μ s	X1 - C; X2 - C; X1 - S; X2 - S; X1 - X2; S-C	10
3	C2	-	$I_{max} = 20$ kA 8/20 μ s	X1 - C; X2-S; C - X2; S-X1; X1 - X2; S-C;	1
4	D1	-	$I_{imp} = 3,5$ kA 10/350 μ s	X1 - C; X2 - C; S - C;	2

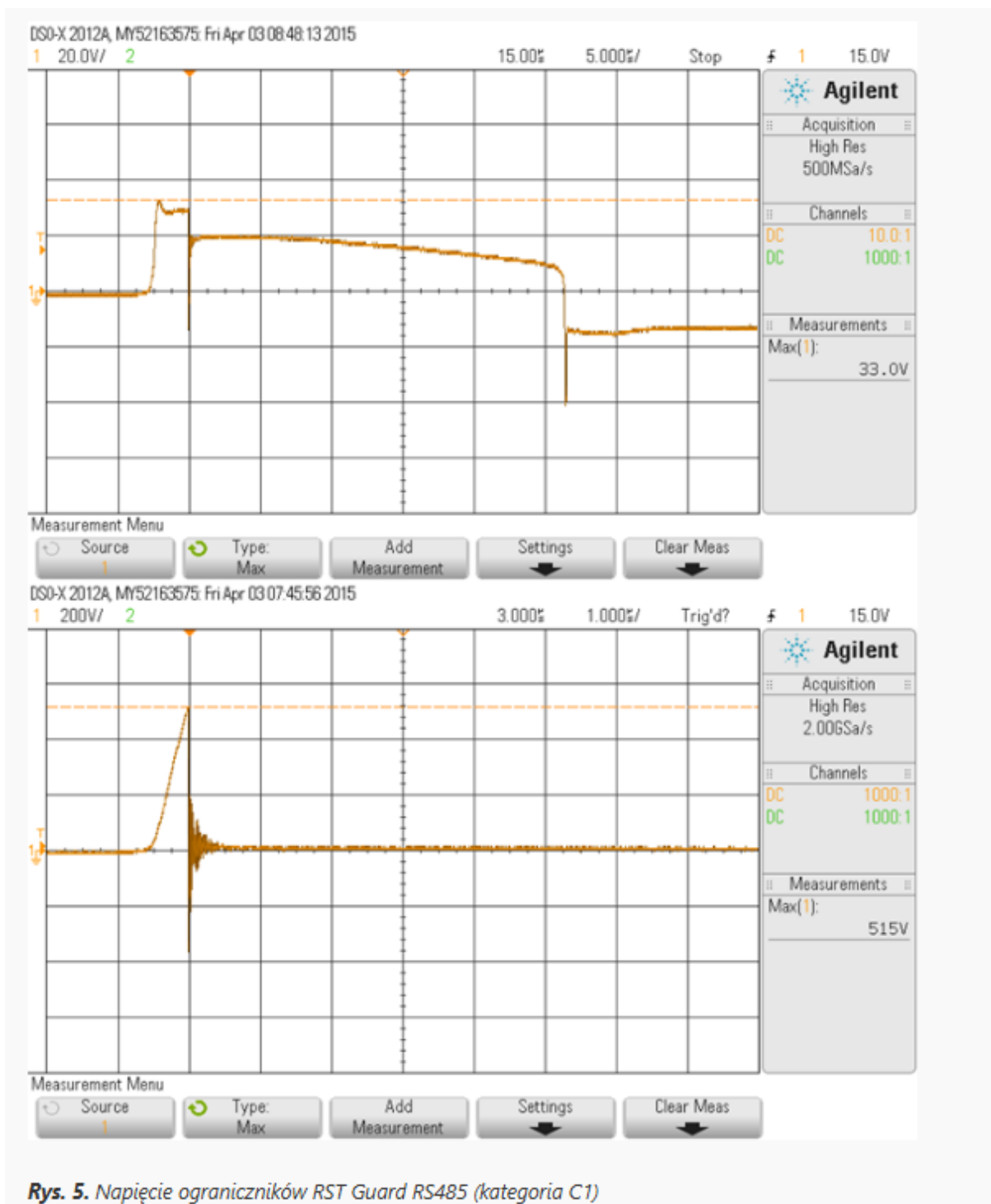
X1, X2 – zaciski linii danych; S – zacisk ekranu; C – zacisk uziemiający



Rys. 4. Stanowisko do prób udarowych w laboratorium RST

Większość prób udarowych ograniczników marki RST, podobnie jak próby parametrów znamionowych przeprowadzanych jest we własnym laboratorium (Rys. 4.). Przy próbach udarowych badana jest nie tylko wytrzymałość konstrukcji ogranicznika, ale także rejestrowane są przebiegi napięć na zaciskach wyjściowych, co pozwala na zweryfikowanie deklarowanych wartości napięciowego poziomu ochrony U_p . Przykładowe wyniki przebiegów zarejestrowanych w trakcie badania ogranicznika RST Guard RS485 przedstawione są na rysunku 5.: napięcie wyjściowe w konfiguracji linia-linia ($U_{max} = 33 \text{ V} / U_p \leq 40 \text{ V}$) oraz ekran-ziemia ($U_{max} = 515 \text{ V} / U_p \leq 600 \text{ V}$).

Jak widać, napięciowy poziom ochrony zależy od elementów ochronnych zastosowanych w danej konfiguracji: diody zapewniają ochronę na poziomie kilkudziesięciu woltów (w zależności od napięcia znamionowego), natomiast odgromnik bez drugiego stopnia ochrony to ochrona na poziomie typowo kilkuset woltów.

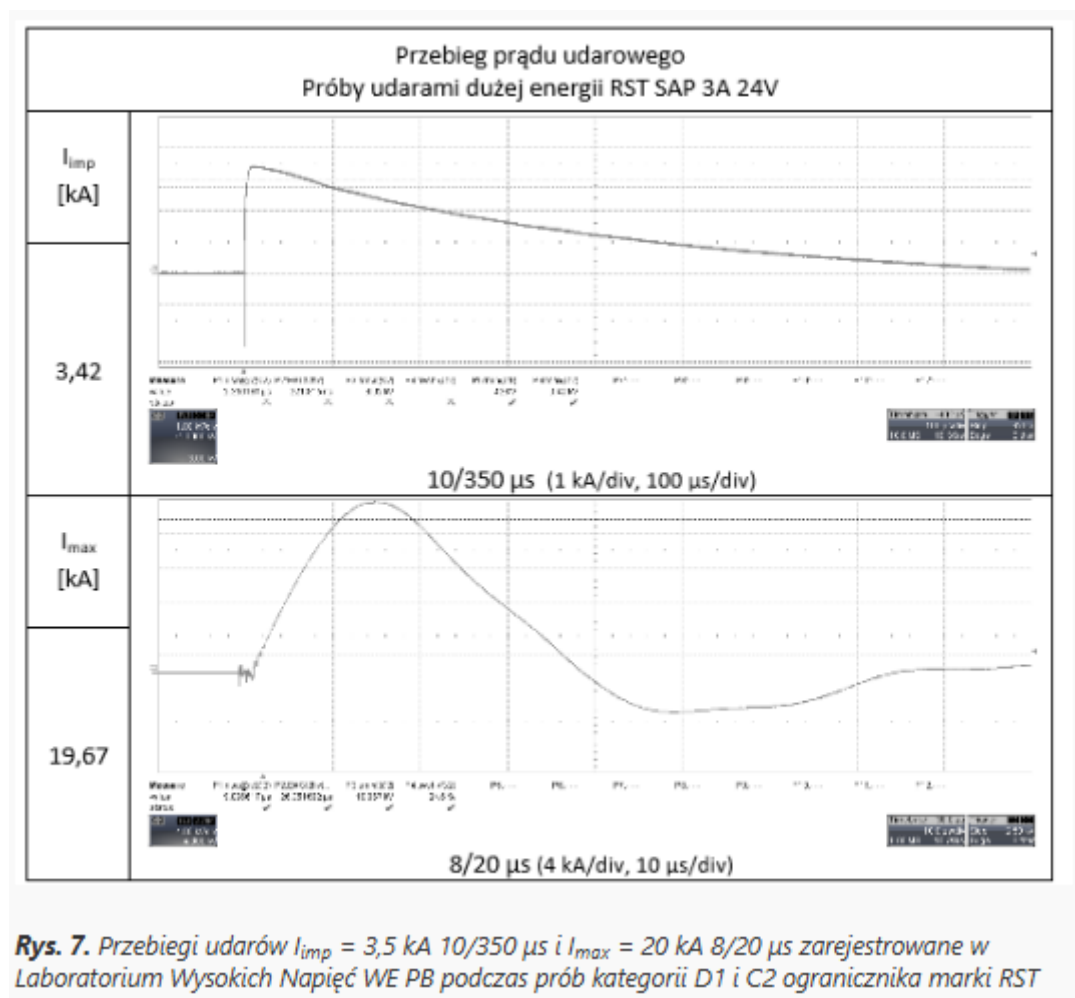


Rys. 5. Napięcie ograniczników RST Guard RS485 (kategoria C1)

Próby udarami dużej energii (C2: $I_{max} = 20 \text{ kA}$, D1: $I_{limp} = 3,5 \text{ kA}$) w przypadku ograniczników RST przeprowadzone są natomiast w jednostkach niezależnych, takich jak Laboratorium Wysokich Napięć na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej. Takie próby wymagają już specjalistycznych generatorów do wytworzenia udarów o takich parametrach. Próby w jednostkach niezależnych stanowią najbardziej wiarygodne potwierdzenie najistotniejszych parametrów urządzenia.



Rys. 6. Stanowisko do prób udarami I_{imp} w Laboratorium Wysokich Napięć WE PB podczas prób kategorii D1 ograniczników marki RST



Próby udarowe dotyczące udarów dużej energii (I_{max} , I_{imp}) są szczególnie istotne przy badaniu kompletnej konstrukcji ogranicznika przepięć. Nie można opierać się tu wyłącznie na parametrach technicznych zastosowanych elementów. Nawet zastosowanie odgromnika gazowego o bardzo dużej odporności udarowej nie będzie uzasadnione, jeżeli pozostałe elementy, takie jak połączenia lub zaciski przyłączeniowe będą charakteryzowały się znacznie mniejszą wytrzymałością.

Norma PN-EN 61643-21 uwzględnia ponadto próby niszczące na przeciążenie udarem prądowym. To badanie z kolei pozwala na określenie zachowania się ogranicznika po uszkodzeniu. W zależności od konstrukcji ogranicznika i zastosowanych elementów uszkodzenie może prowadzić do zwarcia lub rozwarcia chronionej linii lub do odłączenia elementu ochronnego. Pozwala to chociażby na stwierdzenie, czy po uszkodzeniu linia może dalej pracować, czy nie. Przykładowo próby niszczące (przeprowadzane na Wydziale Elektrycznym PB) w przypadku ograniczników serii RST Guard i RST SAP wymagają zastosowania udarów dużej energii o wartościach powyżej 30 kA 8/20 μs.

Poza podstawowymi próbami udarowymi ograniczniki poddawane powinny być także szeregowi innych badań, takich jak reset po udarze, czy martwa strefa. Reset po udarze badany

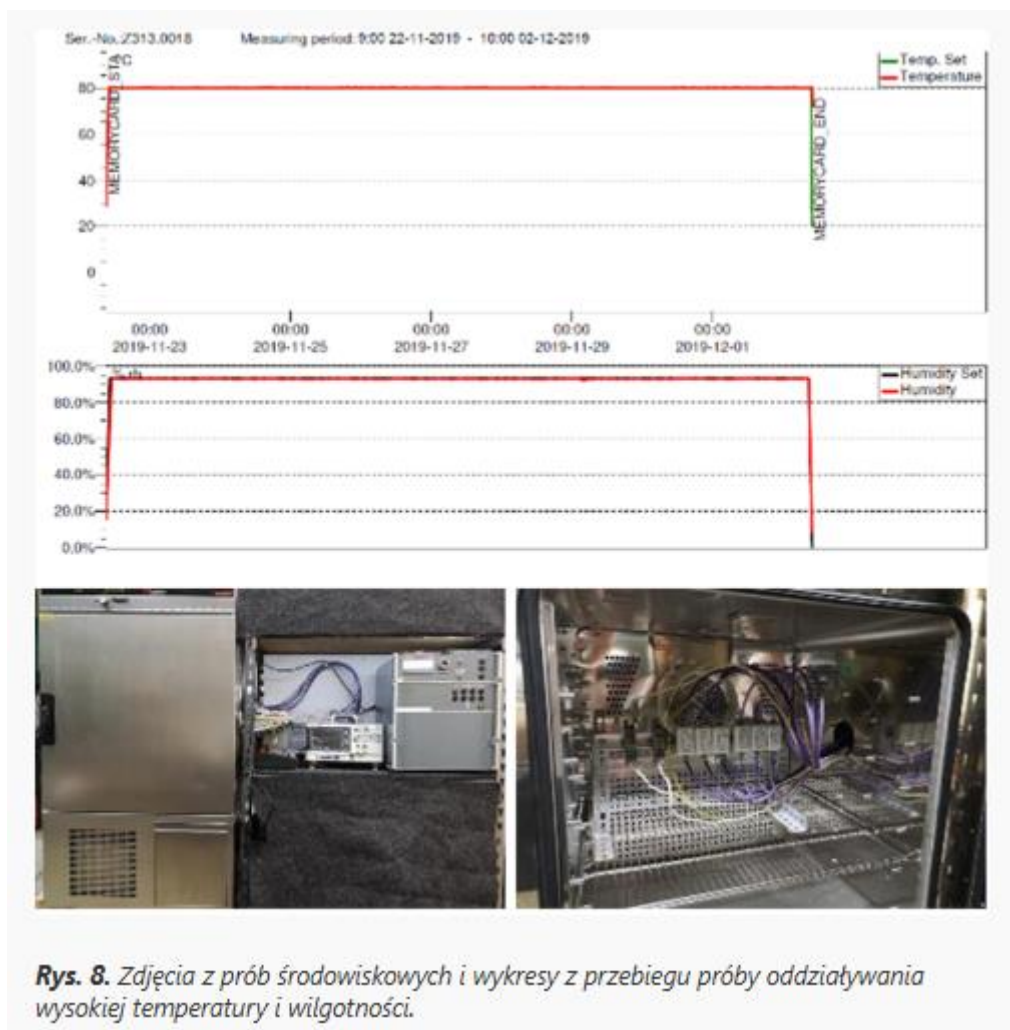
jest przede wszystkim w ogranicznikach, w których stosuje się odgromniki gazowe, a zatem takim próbom poddawany jest każdy z ograniczników RST. Udar doprowadzany jest do ogranicznika pracującego przy napięciu znamionowym. Badanie to ma na celu sprawdzenie, czy po zadziałaniu elementów ograniczających napięcie ogranicznik powróci do stanu normalnej pracy (stan wysokiej impedancji elementów nieliniowych) w czasie nie dłuższym niż 30 ms. Martwa strefa badana jest w przypadku ograniczników przepięć wielostopniowych. Próba ta polega na doprowadzaniu udarów napięciowych o różnych wartościach w celu sprawdzenia prawidłowej koordynacji elementów, np.: odgromników i diod drugiego stopnia ochrony. Niewłaściwa konstrukcja ogranicznika (brak lub dobór szeregowych elementów sprzęgających – rezystory/indukcyjności o nieodpowiednich parametrach) może powodować, że odgromnik w pewnym zakresie udarów napięciowych może nie zadziałać, co z kolei może doprowadzić do przeciążenia mniej odpornych elementów ochrony dokładnej.

Znacznie szerszy zakres badań powinien być przeprowadzany zawsze, gdy ogranicznik zawiera elementy ograniczające prąd, które zmieniają swoje właściwości w zależności od wartości przepływającego prądu, takie jak termistory lub bezpieczniki MOSFET. Takie ograniczniki wymagają przeprowadzenia szczegółowych badań zarówno pod kątem parametrów znamionowych, jak i udarowych.

Badania środowiskowe

Badania środowiskowe, przeprowadzane w komorze klimatycznej są obowiązkowe dla wszystkich SPD przeznaczonych do pracy w niekontrolowanych warunkach w zakresie temperatur przekraczających

-5°C ...+40°C. Próby te mają na celu nie tylko sprawdzenie wytrzymałości urządzeń na wysoką lub niską temperaturę oraz wilgotność, ale także sprawdzenie działania tych elementów w skrajnych warunkach. Wiele ograniczników przepięć zawiera w swojej konstrukcji elementy półprzewodnikowe (diody, warystory, itp.), które, jak wiadomo, zmieniają swoje właściwości w zależności od temperatury otoczenia. Norma PN-EN 61643-21 w tym zakresie wymaga prób odporności na wysoką temperaturę i wilgotność (T=80°C, RH=90%) oraz cyklicznego oddziaływania środowiska i udarów prądowych. Urządzenia w czasie całego cyklu pracują przy napięciu U_c . Próby elektryczne przeprowadzone w komorze klimatycznej mają na celu zweryfikowanie, czy w zakresie przewidzianych temperatur nie wystąpi zbyt duży prąd upływu oraz czy zachowany będzie napięciowy poziom ochrony. Ograniczniki RST dodatkowo są poddawane próbom zimna (T=-40°C) i suchego gorąca (T=80°C, RH<50%) według norm serii PN-EN 60068-2. Zakres prób środowiskowych, jakim poddawane są ograniczniki RST przedstawiono w tablicy 2.



Tablica. 2. Zakres prób środowiskowych badań ograniczników RST.

Lp.	Próba	Warunki	Wynik próby
1.	Odporność na wysoką temperaturę i wilgotność wg pkt 6.4.1 PN-EN 6143-21	$T = 80,0^{\circ}\text{C}$ RH = 93 % 10 dni	Pozytywny
2.	Cykliczne oddziaływanie środowiska i udarów prądowych wg pkt 6.4.2 PN-EN 6143-21 (Cykl B)	$T_1 = 55,0^{\circ}\text{C}$ $T_2 = 25,0^{\circ}\text{C}$ RH = 93 % $U_{\text{gen}} = 1 \text{ kV } 1,2/50 \mu\text{s}$ 5 dni	Pozytywny
3.	Zimno wg PN-EN 60068-2-1	$T = -40,0^{\circ}\text{C}$ 16 h	Pozytywny
4.	Sucho gorąco wg PN-EN 60068-2-2	$T = 80,0^{\circ}\text{C}$ RH < 50 % 16 h	Pozytywny

Podsumowanie

Badania typu ograniczników przepięć do ochrony obwodów sygnałowych są złożone, czasochłonne i kosztowne. Pozwalają jednak na zweryfikowanie deklarowanych parametrów urządzenia. Ogranicznik przepięć powinien spełniać stawiane mu wymagania pod względem odporności i zdolności odprowadzania prądów udarowych, ale bardzo istotne są także jego

podstawowe właściwości elektryczne. Przede wszystkim ogranicznik nie powinien powodować zmian w chronionym obwodzie, a zatem powinien spełniać wymagania pod względem właściwości transmisyjnych.

Każdy z parametrów podawanych w kartach katalogowych ograniczników RST ma potwierdzenie w wynikach uzyskanych w badaniach typu. O jakości produktów RST decydują także ściśle określone reguły związane z procesem technologicznym – do produkcji nie dopuszcza się żadnych elementów nie zatwierdzonych na etapie badań. Z tego też względu każda zmiana elementów stosowanych do produkcji ograniczników RST (wynikająca np. z wycofania elementu z produkcji) wymaga przeprowadzenia dodatkowych badań uzupełniających. Ponadto sam proces produkcji objęty jest kontrolą jakości każdego wyrobu gotowego. Dzięki temu zastosowanie produktów RST to gwarancja wysokiej jakości parametrów technicznych.

Literatura

PN-EN 61643-21:2004 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia — Część 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych — Wymagania eksploatacyjne i metody badań