



Wymagania dla ograniczników przepięć dla linii sygnałowych wg PN-EN 61643-21



Opracowanie:

dr inż. Tomasz Maksimowicz

RST Sp. z o.o.

15-620 BIAŁYSTOK
ul. Elewatorska 17/1

tel.: 792 350 100

www.rst.bialystok.pl
e-mail: rst@rst.bialystok.pl



Białystok, maj 2012 r.

1. Wstęp

Urządzenia stosowane w systemach teleinformatycznych, kontrolno-pomiarowych, automatyki czy sterowania charakteryzują się zazwyczaj niskimi poziomami odporności elektromagnetycznej. Jest to związane ze stosowaniem w nich coraz większej liczby wrażliwych układów elektronicznych podatnych na zakłócenia. W szczególności niebezpieczne są przepięcia, powstające wskutek oddziaływania wyładowań atmosferycznych lub powodowane zakłóceniami w sieci energetycznej, które mogą prowadzić do uszkodzenia lub nawet całkowitego zniszczenia urządzeń elektronicznych. Związane z tym straty nie ograniczają się wyłącznie do strat materialnych związanych z naprawą lub wymianą urządzeń, ale także często z utratą funkcjonalności systemu i przerwą w jego działaniu. Aby zapewnić niezawodność wszelkiego rodzaju systemów niskosygnałowych należy stosować odpowiednie układy do ograniczania przepięć (*SPD ang. surge protecting device*). Układy SPD powinny ograniczać napięcia do poziomów wytrzymywanych przed chronione urządzenie z jednoczesnym zachowaniem normalnych warunków pracy systemu. Wymagania jakie powinny być spełnione przez ograniczniki przepięć przeznaczone do ochrony linii sygnałowych zawarte są w PN-EN 61643-21 [1].

2. Wymagania eksploatacyjne i metody badań

Wszystkie typy ograniczników powinny spełniać wymagania ogólne, odpowiednie dla danego typu SPD wymagania elektryczne oraz wymagania mechaniczne. Dodatkowe wymagania stawiane są układom, które są przeznaczone do stosowania w torach transmisji danych oraz opcjonalnie wymagania środowiskowe.

2.1 Wymagania ogólne, mechaniczne, środowiskowe

Wymagania ogólne dotyczą identyfikacji oraz dokumentacji ograniczników przepięć. Na korpusie obudowy producent powinien zamieścić informacje dotyczące:

- nazwy wytwórcy lub znaku fabrycznego,
- czasu produkcji,
- numeru modelu,
- największego napięcia trwałej pracy.

Oznakowanie powinno być wyraźne oraz odporne na ścieranie i działanie rozpuszczalników. Przykład oznakowania ogranicznika przepięć przedstawiono na rysunku 1. Pozostałe informacje, takie jak:

- warunki pracy,
- prąd znamionowy,
- napięciowy poziom ochrony U_p ,

- reset udarowy (jeśli badany),
- odporność na prąd przemienny,
- odporność na udary,
- rodzaj uszkodzenia przy przeciążeniu
- charakterystyki transmisji,
- rezystancje szeregowe,
- informacje dodatkowe,

mogą być także zamieszczone na obudowie SPD lub zawarte w dołączonej dokumentacji, bądź zamieszczone na opakowaniu.

Wymagania mechaniczne mają na celu sprawdzenie jakości wykonania układu SPD i stosowanych materiałów. Ocenie poddane powinny być zaciski i złącza, które mają zapewnić dobry kontakt elektryczny oraz wytrzymałość na siły ciągnące. Układ powinien być odporny na narażenia mechaniczne, wnikanie ciał stałych i wody (weryfikacja kodu IP) oraz odporność na ogień stosownie do jego przeznaczenia i warunków pracy. Próby powinny dotyczyć także ochrony przed dotykiem bezpośrednim w celu sprawdzenia możliwości dotyku części czynnych.

Ograniczniki przepięć, które przeznaczone są do pracy w niekontrolowanych warunkach środowiskowych powinny być poddane dodatkowym próbom. Układy takie powinny być badane z wykorzystaniem komory klimatycznej na odporność na wysoką temperaturę (80°C) i wilgotność (90%). Próby środowiskowe przeprowadzać należy według opisanych cykli. Przeprowadza się także badania cyklicznego oddziaływania warunków środowiskowych i prądów udarowych.

2.2 Wymagania elektryczne

Próby elektryczne mają na celu określenie parametrów ogranicznika przepięć. Parametry deklarowane przez producenta powinny mieć potwierdzenia w wynikach badań przeprowadzonych zgodnie z próbami opisanymi w [1].

Największe znaczenie mają próby udarowe. W tabelicy 1 przedstawiono parametry udarów prądowych i napięciowych stosowane w badaniach ograniczników przepięć dla linii sygnałowych. Badania te mają na celu określenie napięciowego poziomu ochrony U_p i wytrzymałości udarowej ograniczników przepięć. Impuls udarowy scharakteryzowany jest wartością szczytową, czasem trwania czoła (t_1) i czas do półszczytu (t_2). Graficzna interpretacja parametrów przedstawiona została na rysunku 2.

Sklasyfikowano następujące typy prób udarowych opisane w tabelicy 1:

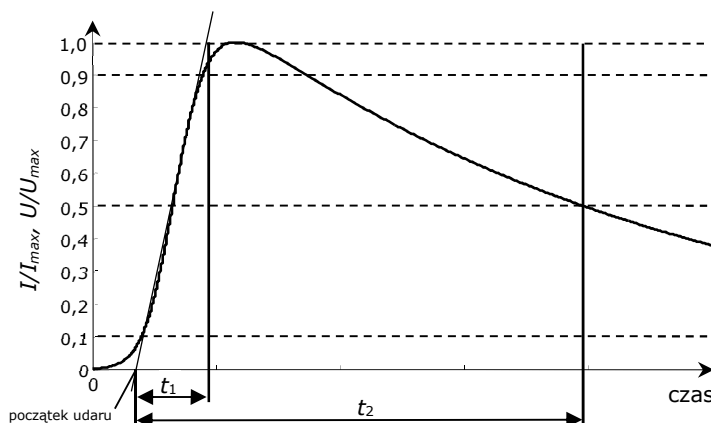
- bardzo wolny czas narastania,



Rys. 1. Przykład oznakowania ogranicznika przepięć

- prąd przemienny,
- wolny czas narastania,
- szybki czas narastania,
- duża energia.

Najczęściej stosowane są typy prób kategorii C. Udry prądowe o kształcie 8/20 μ s mają na celu symulację przepięć indukowanych na skutek piorunowych impulsów pola



Rys. 2. Definicja parametrów impulsu udarowego

elektromagnetycznego (LEMP ang. lightning electromagnetic pulse). Udry o dużej energii (kategoria D) symulują częściowy prąd pioruna, którego przebieg przybliżony jest kształtem impulsu 10/350 μ s [3]. Przepięcia indukowane mogą pojawiać się w sieci znacznie częściej stąd według wymagań ogranicznik musi wytrzymać 300 narażeń o wartości szczytowej do 1 kV – kategoria C1, lub 10 narażeń udarem o wartości szczytowej powyżej 1 kV – kategoria C2. Częstotliwość bezpośrednich wyładowań atmosferycznych jest znacznie mniejsza stąd dla kategorii D1 wymagane jest jedynie doprowadzenie do układu SPD dwóch udarów.

Tablica. 1. Parametry udarów prądowych i napięciowych stosowanych w badaniach ograniczników przepięć dla linii sygnałowych				
Kategoria	Typ próby	Napięcie obwodu otwartego	Prąd obwodu zwartego	Minimalna liczba udarów
A1	Bardzo wolny czas narastania	≥ 1 kV, t_I od 0,1 kV/s do 100 kV/s	10 A, t_I od 0,1 A/ μ s do 2 A/ μ s	-
A2	Prąd przemienny (AC)	od 0,1 A _{rms} do 20 A _{rms} (48 – 62 Hz) typowo: czas trwania 1 s, liczba doprowadzeń prądu 5		Jeden cykl
B1	Wolny czas narastania	1 kV, 10/1000 μ s	100 A, 10/1000 μ s	300
B2		1 kV lub 4 kV, 10/700 μ s	25 A lub 100 A, 5/300 μ s	300
B3		≥ 1 kV, 100 V/ μ s	10 A, 25 A lub 100 A, 10/1000 μ s	300
C1	Szybki czas narastania	0,5 kV lub 1 kV, 1,2/50 μ s	0,25 kA lub 0,5 kA, 8/20 μ s	300
C2		2 kV, 4 kV lub 10 kV, 1,2/50 μ s	1 kA, 2 kA lub 5 kA, 8/20 μ s	10
C3		≥ 1 kV, 1 kV/ μ s	10 A, 25 A lub 100 A, 10/1000 μ s	300
D1	Duża energia	≥ 1 kV	0,5 kA, 1 kA lub 2,5 kA, 10/350 μ s	2
D2		≥ 1 kV	1 kA lub 2,5 kA, 10/250 μ s	5

Spełnienie pozostałych typów prób jest rzadziej deklarowane przez producentów. Może być to związane z koniecznością rozbudowy stanowisk laboratoryjnych w celu uzyskania udarów o takich kształtach. Większość laboratoryjnych generatorów udarowych

projektowanych jest na udary kombinowane (napięciowy 1,2/50 μ s, prądowy 8/20 μ s). Uzyskanie udaru napięciowego o kształcie 10/700 μ s lub 10/1000 μ s wymaga często kosztownych modułów dodatkowych lub zakupu oddzielnych generatorów. Warto dodać, że w rozporządzeniu dotyczącym obiektów telekomunikacyjnych [3] impuls napięciowy 5 kV 10/700 μ s jest wymieniany w wymaganiach odnośnie zabezpieczenia telekomunikacyjnych linii napowietrznych.

Jeżeli producent deklaruje, że układ SPD spełnia wymagania którejś z kategorii wymienionych w tabelicy 1, to powinien podać informacje o wartościach szczytowych uderzeń na jakie badany był ogranicznik. Wytwórca powinien także określić wartość prądu udarowego (8/20 μ s) oraz wartość prądu przemiennego, które mogą doprowadzić do uszkodzenia ogranicznika.

Poza próbami udarowymi, ograniczniki powinny być poddawane próbom pozwalającym na określenie między innymi parametrów:

- największego napięcia trwałej pracy U_c ,
- rezystancji izolacji ,
- rezystancji szeregowej,
- odporności na prąd przemienny
- prądu znamionowego.

Jeżeli ogranicznik przeznaczony jest do zastosowań w torach transmisji danych należy dodatkowo określić jego:

- pojemność,
- tłumienność wtrąceniową (*ang. insertion loss*),
- tłumienność odbiciową (*RL ang. reflection loss*),
- tłumienność wzdłużną,
- bitową stopę błędu (*BER ang. bit error rate*),
- przesłuch zbliżny (*NEXT ang. near end crosstalk*).

W torach radiowych parametry powinny być określane dla danego zakresu częstotliwości zgodnego z przeznaczeniem ogranicznika. Najistotniejsze są wartości tłumienności wzdłużnej i odbiciowej, które powinny być jak najmniejsze aby nie pogorszyć parametrów toru transmisyjnego. Zamiast tłumienności odbiciowej często w danych katalogowych podawana jest wartość współczynnika fali stojącej WFS (*SWR ang. standing wave ratio*), który jest powiązany z współczynnikiem odbicia i może być przeliczony na wartość tłumienności.

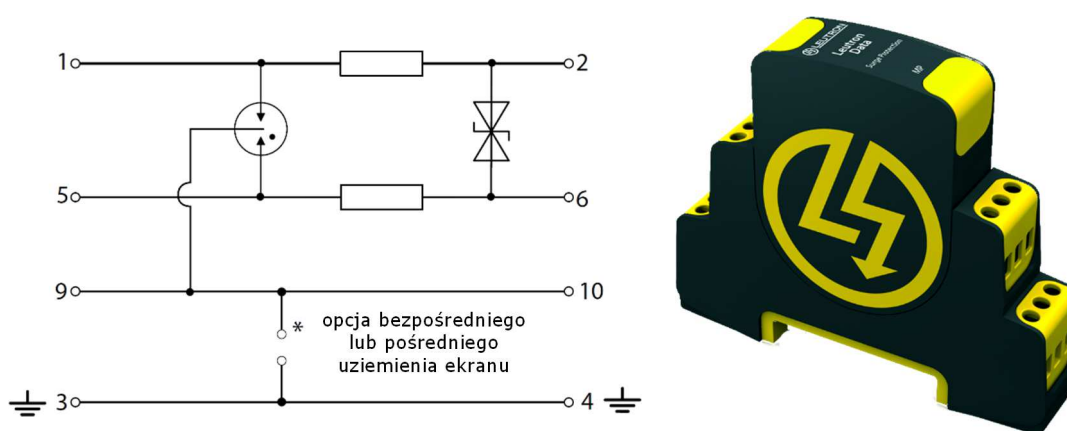
Parametr BER określany jest dla transmisji cyfrowej. Ograniczniki przeznaczone dla cyfrowej transmisji danych nie powinny ograniczać maksymalnej przepustowości systemu.

3. Przykładowe rozwiązania

3.1 Ochrona systemów kontrolno-pomiarowych

Obecnie na rynku dostępna jest szeroka gama ograniczników przepięć przeznaczonych do ochrony systemów kontrolno-pomiarowych. Ograniczniki dla takich systemów powinny być dobierane przede wszystkim z uwzględnieniem napięć i prądów znamionowych systemów oraz napięciowego poziomu ochrony.

Jako przykład przedstawiona może być nowa seria ograniczników MP 1x2 GDT/Ad-Ad ST firmy LEUTRON zaprojektowana do ochrony pojedynczej pary linii asymetrycznej w zakresie napięć znamionowych od 5 V do 180 V i o prądzie znamionowym do 0,5 A.



Rys. 3. Układ ogranicznika firmy LEUTRON typu MP 1x2 GDT+24V-Ad-Ad-ST

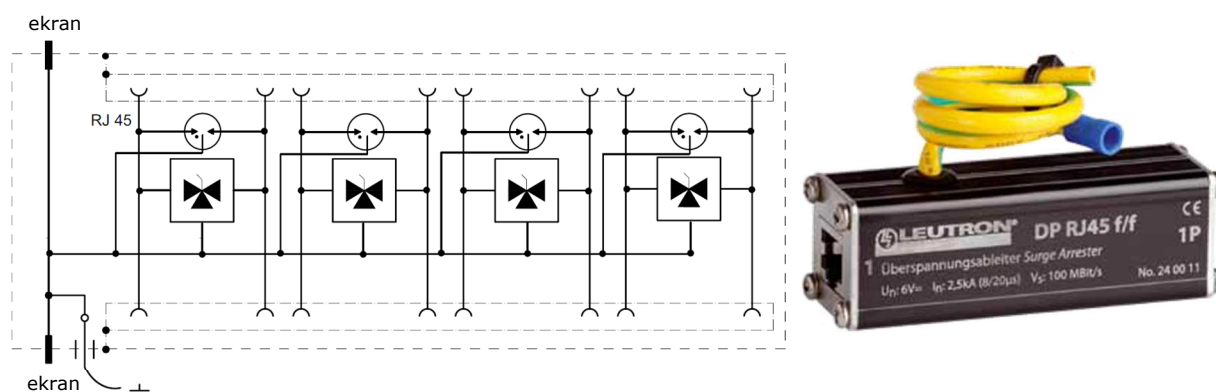
Przykładowe parametry układu z tej serii przedstawiono w tabelicy 2. Ograniczniki te posiadają kategorie D1/C2/C1/C3 zgodne z PN-EN 61643-21. Kategoria D1 świadczy o wytrzymałości elementu na częściowy prąd pioruna, dzięki czemu może być on stosowany na granicy strefy LPZ 0_A. Układ składa się z dwóch stopni ochrony: zgrubnej opartej na iskierniku mającym na celu odprowadzenie dużych energii oraz ochrony dokładnej stanowiącej elementy sprzęgające i diody zapewniające ograniczenie napięcia do dopuszczalnych wartości. Ograniczniki serii MP to elementy z wymiennymi modułami pozwalającymi na łatwe wymontowanie bezpiecznika na czas czynności serwisowych lub

Tablica. 2. Parametry ogranicznika przepięć typu MP 1x2 GDT+24V-Ad-Ad ST	
Kategoria wg. PN-EN 61643-21	D1 / C2 / C1 / C3
Napięcie znamionowe	U_N 24 V
Największe napięcie trwałej pracy (DC/AC)	U_c 33/23 V
Prąd znamionowy	I_N 0,5 A
D1 prąd piorunowy (10/350 μ s) na 1 linię	I_{imp} 2,5 kA
C2 znam. prąd wyładowczy (8/20 μ s) na układ	I_n 20 kA
C2 znam. prąd wyładowczy (8/20 μ s) na linię	I_n 10 kA
Poziom ochrony: linia-linia przy I_{imp} D1	U_p \leq 52 V
Poziom ochrony: linia-PG przy I_{imp} D1	U_p \leq 550 V
Poziom ochrony: linia-linia przy 1 kV/ μ s C3	U_p \leq 45 V
Poziom ochrony: linia-PG przy 1 kV/ μ s C3	U_p \leq 500 V
Rezystancja szeregową na 1 linię	2,2 Ω
Maksymalna częstotliwość pracy (3 dB)	f_G typowo 6,0 MHz
Zakres temperatury pracy	T_U -40 ... +80 °C
Klasa łatwopalności zgodnie z UL 94	V0
Stopień ochrony obudowy (IEC EN 60529)	IP 20

pomiarów bez zmiany impedancji linii oraz poziomów sygnałów w systemie. W zależności od typu podstawy możliwe jest także bezpośrednie lub pośrednie (poprzez iskiernik) uziemienie ekranu.

3.2 Ochrona systemów informatycznych

Ograniczniki przepięć przeznaczone do ochrony systemów informatycznych powinny zapewnić zachowanie przepustowości transmisji danych. Na rysunku 4 przedstawiono przykład ogranicznika przepięć do ochrony urządzeń wewnętrznych sieci informatycznych.



Rys. 4. Układ ogranicznika firmy LEUTRON typu DP RJ45 f/f

Ogranicznik typu DataPro RJ45 f/f spełnia wymagania kategorii C2/C1/C3 według [1]. Jest to układ chroniący przed przepięciami indukowanymi i przeznaczony do stosowania na granicy stref LPZ 0_B i wyższych. Zapewnia jednoczesną ochronę wszystkich 8 linii sygnałowych. Układ przystosowany jest do sieci kategorii 5 (klasa D) według specyfikacji EIA/TIA. Przy wyborze układów do ochrony sieci informatycznych należy zwracać uwagę na standardy z jakimi dany układ jest kompatybilny, np. powyższy ogranicznik spełnia wymagania standardów 10Base T i 100Base T (Ethernet o przepustowości 10 Mbit/s i 100 Mbit/s).

Tablica. 3. Parametry ogranicznika przepięć typu DP RJ45 f/f

Kategoria wg. PN-EN 61643-21	C2 / C1 / C3
Napięcie znamionowe (DC)	U_N 6 V
Największe napięcie trwałej pracy (DC)	U_c 8 V
C2 znam. prąd wyładowczy (8/20 μ s)	I_n 2,5 kA
Poziom ochrony przy I_n (8/20 μ s)	U_p 35 V
Maksymalna częstotliwość pracy	f_G 100 MHz
Maksymalna przepustowość	100 Mbit/s
Tłumienność wtrąceniowa	0,4 dB
Zakres temperatury pracy	T_u -40 ... +80 °C
Interfejs we/wy	RJ45, ekranowany
Stopień ochrony obudowy (IEC EN 60529)	IP 20
Materiał obudowy	metal

3.3 Ochrona torów radiowych

Szczególnie narażone na oddziaływanie wyładowań atmosferycznych są urządzenia nadawczo odbiorcze systemów radiokomunikacji ze względu na umieszczane na zewnątrz budynków anteny. Przy doborze układów ochronnych zwracać należy uwagę przede wszystkim na pasmo częstotliwości na jakie zaprojektowany został ogranicznik. Obecnie większość renomowanych firm specjalizujących się w produkcji układów ochronnych dla zastosowań w radiokomunikacji, takich jak PolyPhaser (Transtector) czy Times Microwave, oferuje dobrej jakości produkty charakteryzujące się niskimi wartościami tłumienności wtrąceniowej i dobrym dopasowaniem w paśmie częstotliwości roboczych. Jako przykładowe rozwiązanie na rysunku 5 przedstawiono ogranicznik AL-LSXM serii SX produkcji firmy PolyPhaser. Jest to element przeznaczony do pracy w zakresie częstotliwości od 2 do 6 GHz, dzięki czemu może mieć zastosowanie w popularnych obecnie systemach WLAN. Według normy PN-EN 61643-21 jako jeden z parametrów ograniczników przeznaczonych dla torów transmisyjnych podawana powinna być tłumienność odbiciowa. W praktyce większość producentów podaje wartość współczynnika fali stojącej (WFS albo VSWR), który jest łatwiejszy do interpretacji. Wartości te są jednak powiązane i tłumienność odbiciową RL można wyznaczyć w łatwy sposób z zależności:



Rys. 5. Ogranicznik typu AL-LSXM

$$RL [dB] = -10 \log_{10} \left(\frac{WFS - 1}{WFS + 1} \right).$$

Często zamiast napięciowego poziomu ochrony, podaje się maksymalną energię jaka może być przeniesiona przez ogranicznik na stronę chronioną przy wystąpieniu danego udaru. Dodatkowymi istotnymi parametrami jakie są podawane w kartach katalogowych, a nie zostały wymienione w normie [1], jest moc układu nadawczego przy jakiej może pracować ogranicznik.

Tablica. 4. Parametry ogranicznika przepięć typu AL-LSXM

Kategoria wg. PN-EN 61643-21		C2 / C1 / C3
Pasma częstotliwości		2,0 GHz ... 6,0 GHz
Współczynnik fali stojącej	WFS	≤ 1,2 do 1
Tłumienność odbiciowa	RL	≥ 20,8 dB
Moc		10 W
Tłumienność wtrąceniowa (typowo/maksymalnie)		≤ 0,1 dB / ≤ 0,2 dB
Znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μs)	I _n	10 kA
Poziom ochrony (przy 3 kA 8/20 μs)	U _p	≤ ±3 V
Przepuszczana energia (przy 3 kA 8/20 μs)		≤ 0,5 μJ
Zakres temperatury pracy	T _U	-40 ... +85 °C
Typ złącza		N Female
Stopień ochrony obudowy (IEC EN 60529)		IP 65
Materiał obudowy		metal

4. Podsumowanie

Ochrona przed przepięciami jest niezbędna dla niezawodnej pracy wszelkiego rodzaju systemów automatyki, systemów informatycznych czy radiokomunikacji. Aby układy ochronne gwarantowały odpowiednią jakość zabezpieczeń powinny spełniać wymagania zawarte w obowiązujących normach. Wprowadzone w PN-EN 61643-21 kategorie ograniczników przepięć pozwalają na szybką ocenę poziomu odporności układu.

Bibliografia

1. PN-EN 61643-21 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych. Wymagania eksploatacyjne i metody badań.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich użytkowanie.
3. PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne