

KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA (EMC)

Część 4: Metody badań i pomiarów – Arkusz 5: Badanie odporności na udary

(materiał dydaktyczny opracowany na podstawie normy PN-EN 61000-4-5)

1 Zakres i przedmiot normy

Niniejszy arkusz z serii IEC 1000-4 dotyczy wymagań odporności sprzętu oraz metod badań i zakresu zalecanych poziomów probierczych w odniesieniu do jednokierunkowych udarów powodowanych przez przepięcia łączeniowe i piorunowe stany przejściowe. Określono kilka poziomów probierczych odnoszących się do różnych warunków środowiskowych i instalacyjnych. Wymagania te opracowano i przeznaczono do stosowania do sprzętu elektrycznego i elektronicznego.

Przedmiotem niniejszego arkusza normy jest ustalenie wspólnego odniesienia do oceny działania sprzętu, którego linie zasilające i połączeniowe są narażone na zaburzenia o dużej energii.

W niniejszej normie określono:

- szereg poziomów probierczych;
- sprzęt pomiarowy;
- stanowisko pomiarowe;
- procedurę badania.

Celem opisanego badania laboratoryjnego jest wyznaczenie reakcji badanego sprzętu (EUT), w określonych warunkach roboczych, powodowanej przez udary napięciowe będące skutkiem łączeń i wyładowań atmosferycznych, przy określonych poziomach zagrożenia.

Badanie to nie jest przeznaczone do oceny wytrzymałości izolacji na wysokie napięcie.

Bezpośrednie wyładowanie atmosferyczne nie jest rozważane w niniejszej normie.

W niniejszej normie nie dąży się do określenia badań, którym mają być poddawane poszczególne urządzenia lub systemy. Głównym celem normy jest podanie podstawowego odniesienia o charakterze ogólnym, adresowanego do wszystkich zainteresowanych komitetów normalizacyjnych IEC do spraw wyrobów. Komitety normalizacyjne do spraw wyrobów (lub użytkownicy i producenci sprzętu) odpowiadają za prawidłowy wybór badań i poziomu ostrości próby w odniesieniu do określonego sprzętu.

2 Normy powołane

Wymienione niżej normy zawierają postanowienia, które - przez określone powołanie się w treści niniejszej normy - stają się również postanowieniami niniejszego arkusza z serii EEC 1000-4. W momencie publikacji (niniejszej normy) podane niżej wydania norm były aktualne. Ponieważ jednak wszystkie normy podlegają nowelizacji, zachęca się strony zawierające umowy na

podstawie niniejszego arkusza z serii IEC 1000-4 do zbadania możliwości zastosowania nowszego wydania wymienionych niżej norm. Rejestry aktualnych norm międzynarodowych prowadzą wszyscy członkowie IEC oraz ISO.

3 Postanowienia ogólne

3.1 Łączeniowe stany przejściowe

Łączeniowe stany przejściowe w systemie można podzielić na stany przejściowe związane z:

- a) zjawiskami łączeniowymi w głównych systemach zasilania, na przykład takimi jakimi występują podczas łączenia baterii kondensatorów;
- b) wykonywaniem łączeń o mniejszym znaczeniu blisko aparatury lub ze zmianami obciążenia w elektroenergetycznej sieci rozdzielczej;
- c) obwodami rezonansowymi dołączonymi do takich elementów łączeniowych jak tyrystory;
- d) różnymi zakłóceniami w systemie, takimi jak zwarcia i wyładowania łukowe do uziemienia instalacji.

3.2 Piorunowe stany przejściowe

Do podstawowych mechanizmów wytwarzania napięć udarowych w wyniku wyładowania atmosferycznego należą:

- a) bezpośrednie uderzenie pioruna w obwód zewnętrzny (znajdujący się na wolnym powietrzu) wywołujące duże prądy, które wytwarzają napięcia w wyniku przepływu przez rezystancję ziemi lub w wyniku przepływu przez impedancję obwodu zewnętrznego;
- b) pośrednie uderzenie pioruna (tzn. wyładowanie między chmurami lub w ich obrębie albo wyładowanie do pobliskich obiektów, wytwarzające pola elektromagnetyczne), które indukują napięcia / prądy w przewodach na zewnątrz i / lub wewnątrz budynku;
- c) przepływ w ziemi prądu wyładowania atmosferycznego w wyniku pobliskich, bezpośrednich wyładowań doziemnych, sprzęgającego się ze wspólnymi trasami uziomowymi systemu uziemienia instalacji.

Szybkie zmiany napięcia i przepływ prądu, które mogą wystąpić w wyniku zadziałania ochronnika mogą sprzęgać się z obwodami wewnętrznymi.

3.3 Symulacja stanów przejściowych

Charakterystyki generatorów pomiarowych zapewniają możliwie najwierniejszą symulację wymienionych wyżej zjawisk;

- a) jeżeli źródło zaburzeń znajduje się w tym samym obwodzie, na przykład w sieci zasilającej (sprzężenie bezpośrednie), to dopuszcza się, aby generator symulował źródło o małej impedancji na zaciskach badanego sprzętu;
- b) jeżeli źródło zaburzeń nie znajduje się w tym samym obwodzie co zaciski narażanego sprzętu (sprzężenie pośrednie), to dopuszcza się, aby generator symulował źródło o dużej impedancji.

4 Definicje

W niniejszym arkuszu z serii IEC 1000-4 przyjęto podane niżej definicje, łącznie z tymi, które podano w IEC 50(161), jeżeli nie zaznaczono inaczej.

4.1 linie symetryczne: Para symetrycznie sterowanych przewodów, których straty przemiany sygnału symetrycznego na niesymetryczny są mniejsze niż 20 dB.

4.2 układ sprzęgający: Układ elektryczny przeznaczony do przekazywania energii z jednego obwodu do drugiego.

4.3 układ odsprzęgający: Układ elektryczny zapobiegający oddziaływaniu udarów doprowadzonych do badanego sprzętu (EUT) na inne urządzenia, sprzęt lub systemy, które nie podlegają badaniu.

4.4 czas trwania: bezwzględna wartość przedziału czasu, podczas którego określony przebieg albo cecha istnieje lub trwa.[IEC 469-1]

4.5 EUT: badany sprzęt

4.6 czas trwania czoła:

napięcie udarowe: Czas trwania czoła T_i napięcia udarowego jest parametrem umownym określonym jako 1,67 przedziału czasu T zawartego między momentami, w których napięcie osiąga 30 % i 90 % wartości szczytowej (patrz rysunek 2).

prąd udarowy: Czas trwania czoła T_i prądu udarowego jest parametrem umownym, określonym jako 1,25 przedziału czasu T , zawartego między momentami, w których prąd osiąga 10 % i 90 % wartości szczytowej (patrz rysunek 3). [IEC 60-1 zmieniona]

4.7 odporność: Zdolność urządzenia, sprzętu lub systemu do działania bez pogorszenia parametrów w obecności zaburzeń elektromagnetycznych. [IEV 161-01-20]

4.8 instalacja elektryczna: Zestaw połączonego sprzętu elektrycznego przeznaczonego do spełnienia określonego celu lub celów i mającego skoordynowane charakterystyki [IEV 826-01-01]

4.9 linie połączeniowe: składają się z:

- linii I / O (linii wejściowych / wyjściowych);
- linii komunikacyjnych;
- linii symetrycznych.

4.10 zabezpieczenie pierwotne: Środki, dzięki którym nie dopuszcza się do propagacji większości energii zaburzeń poza wyznaczony interfejs.

4.11 czas narastania: Przedział czasu między momentami, w których chwilowa wartość impulsu osiąga najpierw określoną niższą wartość, a następnie określoną wyższą wartość.

UWAGA - Jeżeli nie podano inaczej, to wartości niższa i wyższa są ustalone odpowiednio na poziomie 10 % i 90 % wielkości impulsu . [IEV 161-02-05]

4.12 zabezpieczenie wtórne: Środki, dzięki którym tłumiona jest energia zaburzeń pozostała po przejściu przez zabezpieczenie pierwotne. Może to być specjalny element lub charakterystyka związana z badanym sprzętem (EUT).

4.13 udar: Fala stanu przejściowego prądu elektrycznego, napięcia lub mocy rozchodząca się wzdłuż linii lub w obwodzie i charakteryzująca się szybkim wzrostem, po którym następuje wolniejsze opadanie. [IEV 161-08-11 zmieniona]

4.14 system: Zestaw współzależnych elementów utworzony aby osiągnąć dany cel przez wykonywanie określonych funkcji.

UWAGA - Uważa się, że system jest oddzielony od środowiska i innych zewnętrznych systemów przez wyimaginowaną powierzchnię, która przecina połączenia między nimi a rozważanym systemem. Przez te połączenia system podlega oddziaływaniom środowiska lub systemów zewnętrznych albo sam oddziałuje na środowisko lub na systemy zewnętrzne. [DEV 3 51 -01 -01]

4.15 czas do półszczytu T_2 : Czas do półszczytu T_2 udaru jest parametrem umownym, określonym jako przedział czasu między umownym punktem początkowym O_i a momentem, w którym napięcie / prąd obniżyło się do połowy wartości szczytowej. [IEC 60-1 zmieniona]

4.16 stan przejściowy: Stan odnoszący się do zjawiska lub wielkości zmieniającej się między dwoma kolejnymi stanami ustalonymi podczas krótkiego przedziału czasu w porównaniu z rozważaną skalą czasu. [IEV 161-02-01]

5 Poziomy probiercze

Zalecane poziomy probiercze podano w tablicy 1.

Tablica 1 - Poziomy probiercze

Poziom	Napięcie obwodu otwartego $\pm 10\%$ kV
1	0,5
2	1,0
3	2,0
4	4,0
X	Specjalny

UWAGA - Poziom probierczy "x" nie jest określony. Poziom ten może być podany w wymaganiach technicznych dotyczących wyrobu.

Poziomy probiercze należy wybierać w zależności od warunków instalacyjnych; klasy instalacji podano w załączniku B, rozdział B.3.

Należy spełnić wymagania odporności przy wszystkich napięciach niższych poziomów probierczych (patrz 8.2).

Wybór poziomów probierczych w odniesieniu do różnych interfejsów - patrz załącznik A.

6 Aparatura pomiarowa

6.1 Generator (hybrydowy) przebiegu złożonego (1,2/50-8/20 jus)

Wartości poszczególnych elementów R_{s1} , R_{s2} , R_m , L_r i C_c są tak dobrane, że generator dostarcza udar napięciowy typu 1,2/50 us (w warunkach obwodu otwartego) i udar prądowy typu 8/20 us wstanie zwarcia, przy czym generator ma efektywną impedancję wyjściową wynoszącą 2Ω .

Efektywną impedancję wyjściową generatora udarowego określa się obliczając, dla ułatwienia, iloraz szczytowej wartości napięcia otwartego obwodu wyjściowego do szczytowej wartości prądu zwarcia.

Taki typ generatora, wytwarzającego przebieg napięciowy 1,2/50 us przy obwodzie otwartym i przebieg prądowy 8/20 us w stanie zwarcia, nazywany jest generatorem przebiegu złożonego (CWG) lub generatorem hybrydowym.

UWAGI

1 *Kształt przebiegu napięcia i prądu jest funkcją impedancji wejściowej badanego sprzętu (EUT). Impedancja ta może zmieniać się podczas udarów w wyniku prawidłowego działania zainstalowanych elementów ochronnych albo w wyniku przeskoku iskrowego lub uszkodzenia elementu, w razie braku elementów ochronnych lub ich niedziałania. Dlatego przebiegi: napięciowy 1,2/50 us i prądowy 8/20 us powinny być dostępne na tym samym wyjściu generatora pomiarowego tak szybko, jak wymaga tego obciążenie.*

2 *Opisany w niniejszej normie generator przebiegu złożonego jest identyczny z generatorem hybrydowym wymienianym czasami w niektórych innych normach.*

6.1.1 Cechy i parametry techniczne generatora przebiegu złożonego

Napięcie wyjściowe obwodu otwartego:

Zmiana napięcia co najmniej w zakresie	od 0,5 kV do 4,0 kV
Kształt przebiegu napięcia udarowego	patrz rysunek 2 i tablica 2
Tolerancja napięcia wyjściowego obwodu otwartego	$\pm 10 \%$

Zwarciovyy prąd wyjściowy:

Zmiana prądu co najmniej w zakresie	od 0,25 kA do 2,0 kA
Kształt przebiegu prądu udarowego	patrz rysunek 3 i tablica 2
Tolerancja zwarciovyy prądu wyjściowego	$\pm 10 \%$

Polaryzacja	dodatnia / ujemna
Przesunięcie fazy	w zakresie od 0° do 360°
Częstość powtarzania	co najmniej 1 na min.

Należy stosować generator z wyjściem „pływającym”.

W określonych warunkach badań (patrz rozdział 7 i załącznik B, rozdział B.I) należy włączyć dodatkowe rezystory (10Ω lub 40Ω), aby zwiększyć wymaganą efektywną impedancję źródła.

W tych warunkach kształt przebiegu napięcia obwodu otwartego oraz kształt przebiegu prądu

6.3 Układy sprzęgające / odsprzęgające

Układy sprzęgające / odsprzęgające nie powinny znacząco wpływać na takie parametry generatorów, jak na przykład napięcie obwodu otwartego, prąd zwarcia, które powinny mieścić się w określonej tolerancji. *Wyjątek:* Sprzężenie przez odgromnik

UWAGA - Zastosowanie stratnego materiału w cewkach indukcyjnych zmniejsza zjawisko dzwonienia

6.3.1 Układy sprzęgające / odsprzęgające z obwodami zasilania prądem stałym lub przemiennym (wykorzystywane wyłącznie z generatorem przebiegu złożonego)

Czas trwania czoła i czas do półszczytu należy sprawdzać przy otwartym obwodzie - w odniesieniu do napięcia i przy zwarcu - w odniesieniu do prądu.

Wyjście generatora pomiarowego lub jego układu sprzęgającego należy połączyć z systemem pomiarowym mającym odpowiednią szerokość pasma i napięciowy zakres pomiarowy w celu sprawdzenia kształtu przebiegu napięcia obwodu otwartego.

Kształt przebiegu prądu w stanie zwarcia może być mierzony za pomocą transformatora prądowego, przez którego okno przechodzi połączenie stanowiące zwarcie między zaciskami wyjściowymi układu sprzęgającego.

Zalecane jest aby wszystkie zdefiniowane parametry kształtu przebiegów, jak również wszystkie inne parametry określające działanie generatora pomiarowego były zgodne z podanymi w 6.1.1, zarówno na wyjściu układu sprzęgającego / odsprzęgającego, jak też bezpośrednio na wyjściu generatora.

UWAGA - Gdy impedancja wyjściowa generatora jest zwiększona z 2Ω do na przykład 12Ω lub 40Ω zgodnie z wymaganiami dotyczącymi stanowiska pomiarowego, to dopuszczalna jest znacząca zmiana czasu trwania impulsu probierczego na wyjściu układu sprzęgającego.

6.3.1.1 Sprzężenie pojemnościowe z obwodami zasilania sieciowego

Sprzężenie pojemnościowe umożliwia doprowadzenie napięcia probierczego między przewody linii lub między jeden przewód linii a ziemię, gdy dołączony jest również sieciowy układ odsprzęgający.

Znamionowe parametry charakterystyczne układu sprzęgającego / odsprzęgającego:

Sprzężenie:

kondensator sprzęgający: $C = 9 \mu\text{F}$ lub $18 \mu\text{F}$ (patrz: stanowisko pomiarowe)

Odsprzężenie:

indukcyjność odsprzęgająca napięcie zasilania: $L = 1,5 \text{ mH}$

Resztkowe napięcie udarowe na liniach, które nie są bezpośrednio poddawane badaniu, nie powinno przekraczać 15 % maksymalnego przykładanego napięcia probierczego, gdy badany sprzęt (EUT) jest odłączony.

Resztkowe napięcie udarowe na wejściach zasilania sieciowego układu odsprzęgającego, przy odłączonym sprzęcie badanym (EUT) i obwodzie zasilania sieciowego, nie powinno przekraczać większej z dwóch wartości: 15 % przykładanego napięcia probierczego albo dwukrotnej wartości szczytowej napięcia w linii zasilającej.

Podane wyżej parametry charakterystyczne dotyczące sieci jednofazowej (przewód fazowy,

neutralny i obwodu ochronnego) odnoszą się również do systemów trójfazowych (trzy przewody fazowe, przewód neutralny i obwodu ochronnego).

6.3.1.2 Sprzężenie indukcyjne z zasilaniem sieciowym

W trakcie opracowywania.

6.3.2 Układy sprzęgające / odsprzęgające z liniami połączeniowymi

Metodę sprzężenia należy wybrać w zależności od obwodów i warunków działania. Powinna ona być określona w wymaganiach technicznych dotyczących wyrobu.

Można wymienić następujące przykłady metod sprzężenia:

- sprzężenie pojemnościowe;
- sprzężenie przez odgromniki.

Różne stanowiska pomiarowe określone w następujących podrozdziałach, przeznaczone do badania danego złącza badanego sprzętu (EUT), mogą nie dawać porównywalnych wyników. Najodpowiedniejsze stanowisko pomiarowe powinno być wytypowane w wymaganiach technicznych lub w normie dotyczącej wyrobu.

UWAGA - R_L przedstawia rezystancyjną składową cewki indukcyjnej L ; wartość ta ma nieistotny wpływ na tłumienie sygnału transmisyjnego.

6.3.2.1 Sprzężenie pojemnościowe z liniami połączeniowymi

Sprzężenie pojemnościowe jest metodą preferowaną w stosunku do niesymetrycznych, nieekranowanych obwodów wejściowych / wyjściowych, gdy nie wpływa to na funkcjonowanie połączeń w tej linii.

Znamionowe parametry charakterystyczne pojemnościowego układu sprzęgającego / odsprzęgającego:

Kondensator sprzęgający C : 0,5 μF

Dławiki odsprzęgające Z (nie kompensowane prądowo): 20 mH

UWAGA - Należy rozważyć dopuszczalny zakres prądu sygnałowego; zależy on od obwodów poddawanych badaniu.

6.3.2.2 Sprzężenie przez odgromniki

Sprzężenie przez odgromniki jest metodą preferowaną w stosunku do nieekranowanych obwodów symetrycznych (telekomunikacyjnych).

Metodę tę można także stosować w przypadkach gdy sprzężenie pojemnościowe nie jest możliwe z powodu problemów funkcjonalnych, powodowanych przez dołączenie kondensatorów do badanego sprzętu (EUT) .

Zadaniem układu sprzęgającego jest również zapewnienie rozdziału prądu udarowego w przypadku napięć indukowanych w kablach wielożyłowych.

Dlatego rezystancje R_{m2} w układzie sprzęgającym dla n przewodów składowych powinny wynosić $n \times 25 \Omega$ (dla n równego lub większego niż 2).

PRZYKŁAD: $n = 4$, $R_{m2} = 4 \times 25 \Omega$. Wraz z impedancją wewnętrzną generatora, łączna wartość wynosi około 40Ω . Wartość R_{m2} nie powinna przekraczać 250Ω .

Sprężenie przez odgromniki wypełnione gazem może być polepszone kondensatorami dołączonymi równolegle do odgromników.

PRZYKŁAD: $C < 0,1 \mu F$, dla częstotliwości sygnału transmisyjnego w linii poniżej 5 kHz . Przy wyższych częstotliwościach nie stosuje się kondensatorów.

Znamionowe parametry charakterystyczne układu sprzęgającego / odsprzęgającego:

- rezystancja sprzęgająca R_{m2} $n \times 25 \Omega$ (dla n równego lub większego niż 2)
- odgromnik (gazowy) 90 V
- dławik odsprzęgający L 20 mH
(rdzeń pierścieniowy, kompensacja prądowa)

UWAGI

1 W niektórych przypadkach, ze względów funkcjonalnych, stosowane są odgromniki o wyższych napięciach ograniczania.

2 Dopuszczalne jest użycie innych elementów niż odgromniki, gdy nie wpływa to nadmiernie na warunki pracy.

6.3.3 *Inne metody sprzężenia*

Inne metody sprzężenia są w trakcie opracowywania.

7 **Stanowisko pomiarowe**

7.1 *Wyposażenie pomiarowe*

W skład stanowiska pomiarowego wchodzi następujące wyposażenie:

- sprzęt badany (EUT);
- sprzęt pomocniczy (AE) ;
- kable (określonego typu i długości);
- układ sprzęgający (pojemnościowy lub zawierający odgromniki);
- generator pomiarowy (generator przebiegu złożonego, generator 10/700 us);
- układ odsprzęgający, elementy ochronne;
- rezystory dodatkowe o wartościach 10Ω i 40Ω (patrz załącznik B, rozdział B. 1).

7.2 *Stanowisko pomiarowe do badań zasilania sieciowego badanego sprzętu (EUT)*

Udar doprowadza się do zacisków zasilania sieciowego badanego sprzętu (EUT) przez pojemnościowy układ sprzęgający. Stosowanie układów odsprzęgających wymagane jest w celu uniknięcia niepożądanych wpływów na sprzęt nie będący przedmiotem badania, ale ewentualnie zasilany z tych samych linii, a także w celu zapewnienia dostatecznej impedancji odsprzęgającej w stosunku do przebiegu udarowego, tak aby w badanych liniach mogła rozchodzić się fala o określonym przebiegu.

W przypadku braku innych wymagań, kabel sieciowy między badanym sprzętem (EUT) a układem sprzęgającym / odsprzęgającym powinien mieć długość 2 m (lub mniejszą).

Do symulacji typowej impedancji sprzęgającej w niektórych przypadkach do badań powinny być użyte określone dodatkowe rezystory (wyjaśnienia, patrz załącznik B, rozdział B. 1).

UWAGA - W niektórych krajach (na przykład w USA) w normach dotyczących linii prądu przemiennego zawarte są wymagania dotyczące wykonywania badań przy impedancji 2Ω , chociaż odpowiada to większej ostrości próby podczas badania. W wymaganiu ogólnym podano wartość 10Ω .

7.3 *Stanowisko pomiarowe do badań nieekranowanych, niesymetrycznych linii połączeniowych*

Na ogół udar doprowadza się do linii przez sprzężenie pojemnościowe. Układ sprzęgający / odsprzęgający nie powinien wpływać na funkcjonowanie obwodów przeznaczonych do badania. Istnieje alternatywne stanowisko pomiarowe (sprężenie przez odgromniki) przeznaczone do obwodów o większej szybkości przenoszenia sygnałów. Wyboru należy dokonać w zależności od obciążenia pojemnościowego i uwzględniając częstotliwości transmisji.

W przypadku braku innych wymagań, linia połączeniowa między badanym sprzętem (EUT) a układem sprzęgającym / odsprzęgającym powinna mieć długość 2 m (lub mniejszą).

7.4 *Stanowisko pomiarowe do badań nieekranowanych, symetrycznych linii połączeniowych/ telekomunikacyjnych*

W odniesieniu do symetrycznych obwodów połączeniowych / telekomunikacyjnych metoda sprzężenia pojemnościowego zwykle nie może być stosowana. W takim przypadku sprzężenie realizuje się przez odgromniki gazowe. Nie można określić poziomów probierczych poniżej punktu zapłonu odgromnika sprzęgającego (około 300 V w odniesieniu do odgromnika o napięciu 90 V) (chyba że w przypadku wtórnego zabezpieczenia, nie zawierającego odgromników gazowych).

UWAGA - Do rozważenia są dwie konfiguracje pomiarowe:

- do badania odporności na poziomie sprzętowym, tylko z wtórnym zabezpieczeniem badanego sprzętu (EUT), przy niskim poziomie probierczym, na przykład 0,5 kV lub 1 kV;
- do badania odporności na poziomie systemowym, dodatkowo z zabezpieczeniem pierwotnym, przy wyższym poziomie probierczym, na przykład 2 kV lub 4 kV.

W przypadku braku innych wymagań, linia połączeniowa między badanym sprzętem (EUT) a układem sprzęgającym / odsprzęgającym powinna mieć długość 2 m (lub mniejszą).

7.5 *Stanowisko pomiarowe do badań linii ekranowanych*

W przypadku linii ekranowanych układ sprzęgający / odsprzęgający może nie być stosowany.

W ten sposób udar doprowadzany jest do ekranów (metalowych obudów) badanego sprzętu (EUT) i do dołączonych tam ekranów kabli. W przypadku ekranów dołączonych od strony jednego końca, stosuje się odpowiedni układ. W celu odsprężenia dołączonego przewodu ochronnego należy zastosować izolujący transformator bezpieczeństwa. Normalnie należy stosować określony kabel ekranowany o maksymalnej długości. Z uwagi na widmo częstotliwościowe udaru należy użyć określonego kabla ekranowanego o długości 20 m, ułożonego w wiązce o małej indukcyjności.

Zasady przykładania udarów do linii ekranowanych:

a) *Ekranu uziemione na obu końcach*

- odpowiednie doprowadzenie udaru do ekranu.

b) *Ekranu uziemione z jednej strony:*

- badanie należy wykonać według odpowiedniego układu. Kondensator C reprezentuje pojemność kabla do ziemi, której wartość można obliczyć przyjmując 100 pF/m. W przypadku braku innych wymagań, można zastosować typową wartość 10 nF.

Poziom probierczy stosowany do ekranów określa się jako "wartość między linią a ziemią" (impedancją 2Ω).

7.6 *Stanowisko pomiarowe do wytwarzania różnic potencjału*

W razie potrzeby wytworzenia różnic potencjału symulujących napięcia, które mogą wystąpić w obrębie systemu, badania można wykonać zgodnie z wymogami, w systemach zawierających linie ekranowane, z ekranami uziemionymi na obu końcach, w systemach zawierających linie nieekranowane lub linie ekranowane uziemione tylko z jednej strony.

7.7 *Inne stanowiska pomiarowe*

Jeżeli któraś z metod sprzężenia określonych w odniesieniu do stanowiska pomiarowego nie może być stosowana z przyczyn funkcjonalnych, to we właściwej normie dotyczącej wyrobu należy określić metodę alternatywną (odpowiednią do szczególnego przypadku).

7.8 *Warunki badania*

Eksplatacyjne warunki badania i warunki instalacyjne powinny być zgodne z wymaganiami technicznymi dotyczącymi wyrobu i powinny zawierać:

- konfigurację pomiarową (sprzęt);
- procedurę pomiarową (oprogramowanie).

8 **Procedura badania**

8.1 *Laboratoryjne warunki odniesienia*

W celu zminimalizowania wpływu czynników środowiskowych na wyniki badania, badanie powinno być wykonywane w klimatycznych i elektromagnetycznych warunkach odniesienia określonych w 8.1.1 i 8.1.2.

8.1.1 *Warunki klimatyczne*

Warunki klimatyczne powinny spełniać następujące wymagania:

- temperatura otoczenia: od 15 °C do 35 °C
- wilgotność względna od 10 % do 75 %
- ciśnienie atmosferyczne od 86 kPa do 106 kPa

UWAGA - Dopuszczalne jest podanie innych wartości w wymaganiach technicznych dotyczących wyrobu. Zaleca się, aby badany sprzęt (EUT) działał w warunkach klimatycznych, do których jest przewidziany. Zaleca się zarejestrowanie temperatury i wilgotności względnej w protokole badań.

Jeżeli komitet odpowiedzialny za normę ogólną lub dotyczącą wyrobu nie określił tego inaczej, to warunki klimatyczne w laboratorium powinny mieścić się w zakresie dopuszczalnych warunków roboczych EUT i urządzeń pomiarowych, zgodnie z odnośnymi specyfikacjami producentów.

Nie dopuszcza się wykonywania badań, jeżeli wilgotność względna powietrza jest tak duża, że powoduje kondensację pary na EUT lub na urządzeniach pomiarowych.

UWAGA: Jeżeli uważa się, że istnieje dostateczny dowód do wykazania wpływu warunków klimatycznych na skutki zjawisk, których dotyczy niniejsza norma, to zalecane jest przedłożenie tego faktu pod rozważenie komitetowi odpowiedzialnemu za niniejszą normę.

8.1.2 Warunki elektromagnetyczne

Nie dopuszcza się, aby warunki elektromagnetyczne w laboratorium miały wpływ na wyniki badania.

8.2 Stosowanie udarów w laboratorium

Charakterystyki i parametry techniczne generatorów pomiarowych powinny być zgodne z określonymi w 6.1.1 i 6.2.1; kalibrację generatorów należy wykonać według 6.1.2 i 6.2.2.

Badanie należy wykonywać według planu badania, w którym powinno być określone stanowisko pomiarowe (patrz także załącznik B, rozdział B.2) i w którym wyszczególniono:

- generator i inny wykorzystany sprzęt;
- poziomy probiercze (napięcie / prąd) (patrz załącznik A);
- impedancję wewnętrzną generatora;
- polaryzację udaru;
- wewnętrzne lub zewnętrzne wyzwalanie generatora;
- ilość prób: co najmniej pięć dodatnich i pięć ujemnych udarów w wybranych punktach;
- częstość powtarzania: maksimum 1 / min.

UWAGA - Większość powszechnie stosowanych ochronników ma małą średnią moc rozproszenia, nawet jeżeli ich szczytowa moc rozproszenia lub szczytowa energia pozwala im wytrzymać duże prądy. Dlatego maksymalna częstość powtarzania (czas między dwoma udarami i czas powrotu do stanu wyjściowego) zależy od wbudowanych elementów ochronnych badanego sprzętu (EUT).

- wejścia i wyjścia podlegające badaniu;

UWAGA - W razie kilku identycznych obwodów, dostateczne mogą być reprezentatywne badania wybranej liczby obwodów.

- reprezentatywne warunki pracy badanego sprzętu (EUT);
- ciąg udarów doprowadzonych do obwodów;
- kąt fazowy w razie zasilania sieciowego prądem przemiennym;
- rzeczywiste warunki instalacyjne, na przykład :AC: uziemiony przewód neutralny,
DC: uziemiony (+) lub (-) w celu symulacji rzeczywistych warunków uziemienia.

W przypadku braku innych wymagań, udary należy wytwarzać synchronicznie z fazą napięcia przemiennego przy przejściu przez zero i przy wartości szczytowej przebiegu napięcia przemiennego (dodatniej i ujemnej).

Udary należy doprowadzać między przewody linii lub między przewód (przewody) linii a ziemię. Podczas badania między linią a ziemią napięcie probiercze należy doprowadzać kolejno między każdy przewód linii a ziemię, jeżeli nie określono innych wymagań.

UWAGA - W razie stosowania generatora przebiegu złożonego do badania dwóch lub większej liczby linii (linii telekomunikacyjnych) w odniesieniu do ziemi, czas trwania impulsu probierczego może ulec zmniejszeniu.

Procedura pomiarowa powinna również uwzględniać nieliniowe charakterystyki prądowo - napięciowe badanego sprzętu (EUT). Dlatego napięcie probiercze należy zwiększać krokami aż do osiągnięcia poziomu probierczego określonego w normie dotyczącej wyrobu lub w planie badania.

Należy spełnić wymagania odporności w odniesieniu do wszystkich mniejszych poziomów, włącznie z wybranym poziomem probierczym. Podczas badania wtórnego zabezpieczenia napięcie wyjściowe generatora należy zwiększać, aż do najbardziej niekorzystnego poziomu napięcia przebicia (poziomu nie funkcjonowania) zabezpieczenia pierwotnego.

Dopuszcza się symulowanie niedostępnych rzeczywistych źródeł sygnałów roboczych. Pod żadnym warunkiem nie dopuszcza się przekroczenia poziomu probierczego określonego w wymaganiach technicznych dotyczących wyrobu,; Badanie należy wykonywać według planu badania.

Aby znaleźć wszystkie krytyczne punkty w cyklu roboczym sprzętu, należy doprowadzić dostateczną liczbę dodatnich i ujemnych udarów probierczych. Do badań odbiorczych należy używać sprzętu nie poddawanego uprzednio próbom lub należy wymienić w nim elementy ochronne.

9 Ocena wyników badań

Wyniki badań należy klasyfikować w kategoriach utraty funkcji lub obniżenia jakości działania urządzenia badanego, w odniesieniu do poziomu jakości działania ustalonego przez wytwórcę urządzenia lub przez zleceniodawcę badań, lub uzgodnionego między wytwórcą i nabywcą wyrobu. Zalecana jest następująca klasyfikacja:

- a) normalne działanie w granicach określonych przez producenta wyrobu, zleceniodawcę badań lub nabywcę wyrobu;
- b) chwilowa utrata funkcji albo obniżenie jakości działania, które ustępuje po zakończeniu zaburzeń i po którym urządzenie badane powraca do normalnego działania bez interwencji operatora;
- c) chwilowa utrata funkcji albo obniżenie jakości działania, którego skorygowanie wymaga interwencji operatora;
- d) utrata funkcji albo obniżenie jakości działania, którego nie można usunąć z powodu uszkodzenia urządzenia lub programu, albo utraty danych.

Dopuszcza się, aby w specyfikacji technicznej producenta były określone skutki oddziaływania zaburzeń na EUT uważane za nieistotne i dlatego możliwe do zaakceptowania.

Podana klasyfikacja może być użyta jako pomoc do określania kryteriów oceny działania EUT przez komitety odpowiedzialne za normy ogólne, dotyczące wyrobów i rodzin wyrobów, lub też jako ramy do uzgodnienia kryteriów oceny działania między wytwórcą i nabywcą wyrobu, na przykład wówczas, gdy nie ma właściwych norm ogólnych, dotyczących wyrobu lub rodziny wyrobów.

10 Sprawozdanie z badania

W sprawozdaniu z badania powinny być zawarte wszelkie informacje niezbędne do powtórzenia badania. W szczególności należy udokumentować:

- punkty wyszczególnione w planie badań, wymagane w rozdziale 8 niniejszej normy;
dane identyfikacyjne wyposażenia pomiarowego, na przykład nazwę fabryczną, typ urządzenia, numer fabryczny;

wszelkie specjalne warunki środowiskowe, w których wykonano badanie, na przykład użycie kabiny ekranowanej;

wszelkie niezbędne warunki specjalne, umożliwiające wykonanie badania;

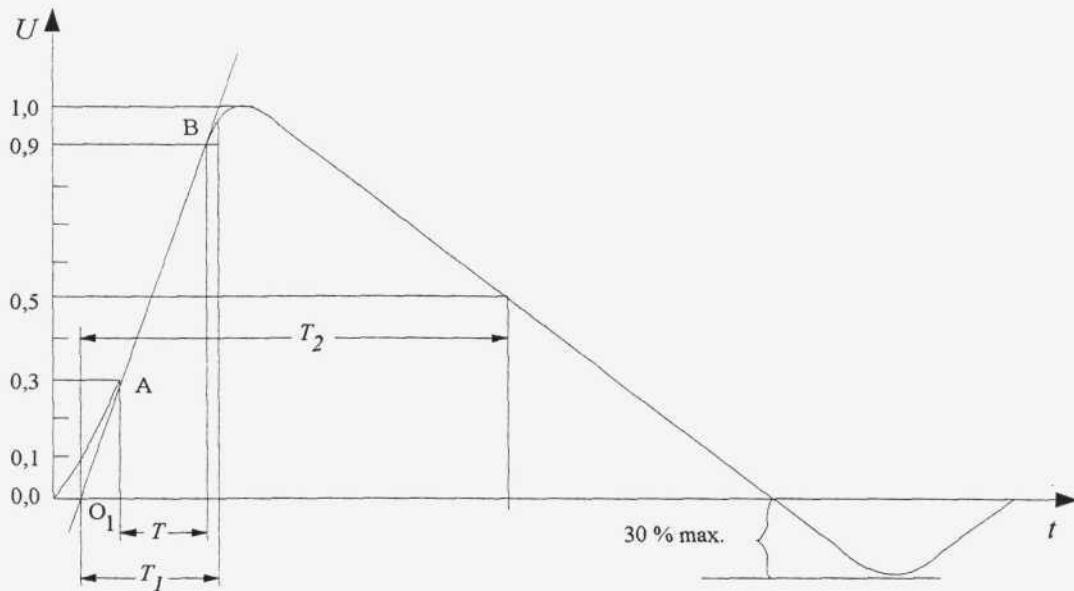
poziom jakości działania określony przez wytwórcę wyrobu, zleceniodawcę badań lub nabywcę wyrobu;

kryterium oceny działania określone w normie ogólnej, dotyczącej wyrobu lub grupy wyrobów;

wszelkie zjawiska obserwowane w EUT podczas i po zakończeniu generacji zaburzeń probierczych oraz czas trwania, w jakim te zjawiska się utrzymywały;

uzasadnienie decyzji dotyczącej spełnienia/niespełnienia wymagań dotyczących odporności (w oparciu o kryterium oceny jakości działania określone w normie ogólnej, dotyczącej wyrobu lub grupy wyrobów, lub uzgodnione między wytwórcą i nabywcą);

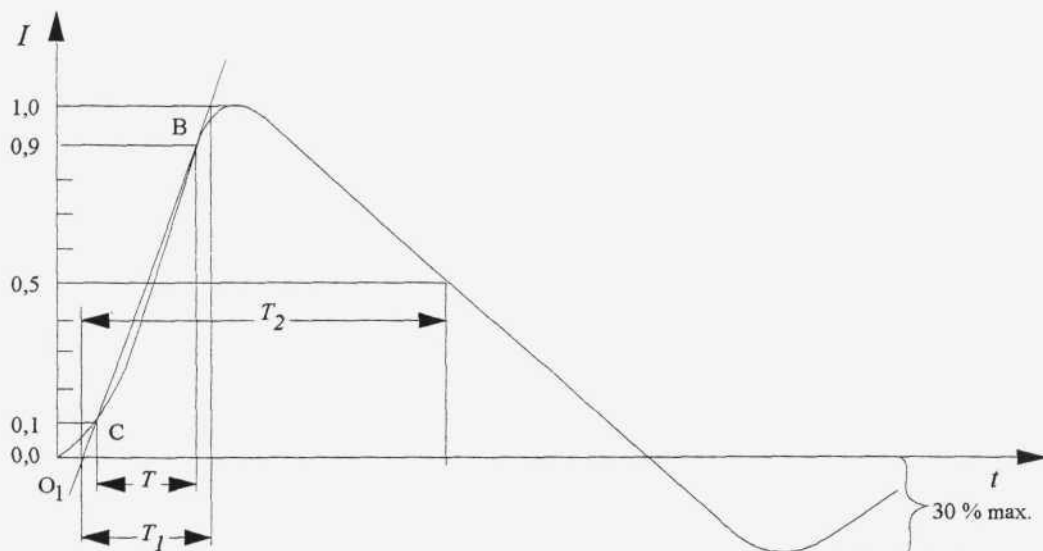
wszelkie specyficzne warunki użytkowania, na przykład długość lub typ kabla, ekranowanie lub uziemianie, lub warunki działania EUT, które są wymagane do osiągnięcia zgodności z wymaganiami dotyczącymi odporności.



Czas trwania czoła: $T_1 = 1,67 \times T = 1,2 \mu\text{s} \pm 30 \%$

Czas do półszczytu: $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 20 \%$

Rysunek 2 - Kształt przebiegu napięcia obwodu otwartego (1,2/50 us)
(kształt przebiegu określony według IEC 60-1)



Czas trwania czoła: $T_1 = 1,25 \times T = 8 \mu\text{s} \pm 20 \%$

Czas do półszczytu: $T_2 = 20 \mu\text{s} \pm 20 \%$

Rysunek 3 - Kształt przebiegu prądu zwarciovego (8/20 us)
(kształt przebiegu określony według IEC 60-1)

Załącznik A

(normatywny)

Wybór generatorów i poziomów probierczych

Poziomy probiercze należy wybrać w oparciu o warunki instalacji. W tym celu należy wykorzystać tablicę A.1, łącznie z informacją i przykładami podanymi w załączniku B, rozdział B.3, w której rozróżnia się następujące klasy:

Klasa 0: Dobrze chronione środowisko elektryczne; często w obrębie pomieszczeń specjalnych.

Klasa 1: Częściowo chronione środowisko elektryczne.

Klasa 2: Środowisko elektryczne, w którym kable są dobrze odseparowane, nawet na krótkich trasach.

Klasa 3: Środowisko elektryczne, w którym trasy kabli przebiegają równolegle.

Klasa 4: Środowisko elektryczne, w którym wzajemne połączenia przebiegają w postaci kabli zewnętrznych, wzdłuż kabli zasilających i w którym stosowane są kable zarówno do obwodów elektronicznych, jak również do obwodów elektrycznych.

Klasa 5: Środowisko elektryczne w odniesieniu do sprzętu elektronicznego dołączonego do kabli telekomunikacyjnych i do napowietrznych linii zasilających w obszarze, który nie jest gęsto zaludniony.

Klasa x: Specjalne warunki określone w wymaganiach technicznych dotyczących wyrobu.

Dodatkową informację podano w załączniku B na rysunkach od B.1 do B.3.

Wyznaczając poziom odporności systemu, należy uwzględnić dodatkowe środki dotyczące rzeczywistych warunków instalacji, na przykład dołączenie zabezpieczenia pierwotnego.

Tablica A.I - Wybór poziomów probierczych (w zależności od warunków instalacji)

Klasa instalacji	Poziom probierczy							
	Zasilanie sieciowe		Niesymetryczne obwody / linie, LDB		Symetryczne obwody / linie		SDB, DB	
	Rodzaj sprzężenia		Rodzaj sprzężenia		Rodzaj sprzężenia		Rodzaj sprzężenia	
Między przewodami linii	Między przewodem a ziemią	Między przewodami linii	Między przewodem a ziemią	Między przewodami linii	Między przewodem a ziemią	Między przewodami linii	Między przewodem a ziemią	
kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	NA	0,5	NA	0,5	NA	0,5	NA	NA
2	0,5	1,0	0,5	1,0	NA	1,0	NA	0,5
3	1,0	2,0	1,0	2,0 ³⁾	NA	2,0 ³⁾	NA	NA
4	2,0	4,0 ³⁾	2,0	4,0 ³⁾	NA	2,0 ³⁾	NA	NA
5 x	2) 2)	2) 2)	2,0	4,0 ³⁾	NA	4,0 ³⁾	NA	NA

1) Ograniczona długość, specjalna konfiguracja lub rozmieszczenie, od 10 m do maksymalnie 30 m: w odniesieniu do kabli połączeniowych o długości do 10 m nie doradza się żadnego badania, stosuje się tylko klasę 2.

2) Zależy od klasy lokalnego systemu zasilania sieciowego.

3) Badanie wykonywane głównie z zabezpieczeniem pierwotnym.

Oznaczenia:

DB = szyna danych (linia danych)

SDB = szyna o krótkiej trasie

LDB = szyna o długiej trasie

NA = nie stosowane

Do poszczególnych klas odnoszą się następujące udary (generatory pomiarowe):

Klasy 1 do 4: 1,2/50 us (8/20 us).

Klasa 5: 1,2/50 us (8/20 us), w stosunku do zacisków zasilania sieciowego oraz obwodów / linii sygnałowych o krótkich trasach.

10/700 us, w stosunku do zacisków obwodów / linii sygnałowych o długich trasach.

Impedancję źródła powinny odpowiadać wartościom podanym na rysunkach dotyczących odpowiednich stanowisk pomiarowych.