

Materiały poglądowe sporządzone na bazie nieaktualnych norm

LABORATORIUM KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ

**Badania odporności na serię szybkich elektrycznych zakłóceń
impulsowych**

(EFT/B - electrical fast transient/burst)

Łódź, 2002 r.

Badania odporności na serię szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych (EFT/B - electrical fast transient/burst)

Ten rodzaj narażenia dobrze charakteryzuje zjawiska pochodzące od stanów przejściowych, łączeniowych, towarzyszące przełączeniom obwodów zawierających obciążenia indukcyjne, związane z drganiem styków przekaźników elektromagnetycznych itp. Powstające wówczas impulsy elektryczne cechują się krótkimi, nanosekundowymi czasami narastania. Powszechność zjawisk związanych z generacją zakłóceń o podobnym charakterze spowodowała, że testy odporności na krótkotrwałe impulsy należą do grupy testów wymaganych przez wszystkie normy odnoszące się do sprzętu elektronicznego, w tym telekomunikacyjnego.

Aktualnie w krajach europejskich przyjęte są dwie normy ogólne (generic standards) określające wymagane poziomy odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe, zależne od typu środowiska, w którym jest eksploatowany sprzęt podlegający testom.

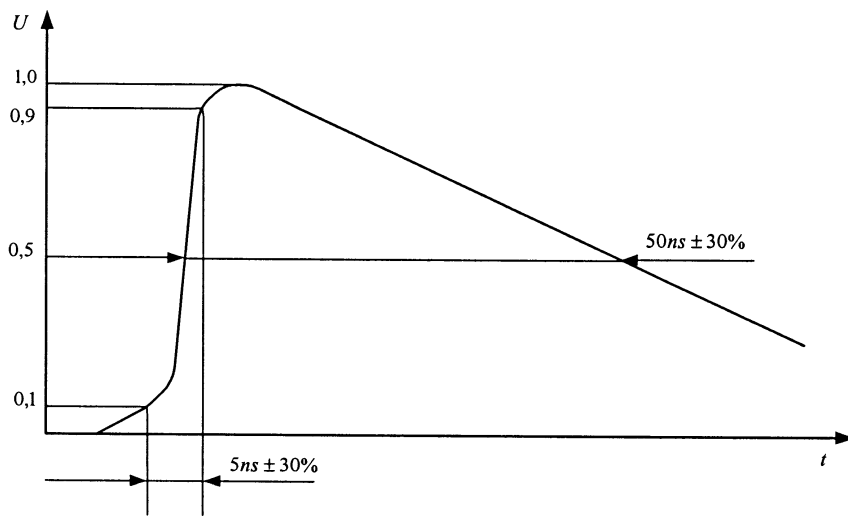
1. EN 50082-1 (1997 - 08): Electromagnetic compatibility: Generic immunity standard:

Part 1 Residential, commercial and light industry (odpowiednik krajowy - PN-EN 50082-1, grudzień 1996, Kompatybilność elektromagnetyczna, Wymagania ogólne dotyczące odporności na zakłócenia, Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko uprzemysłowione)

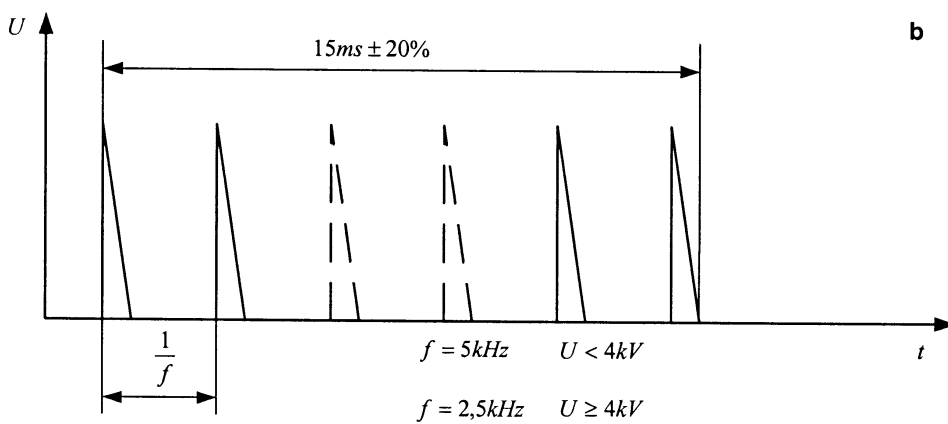
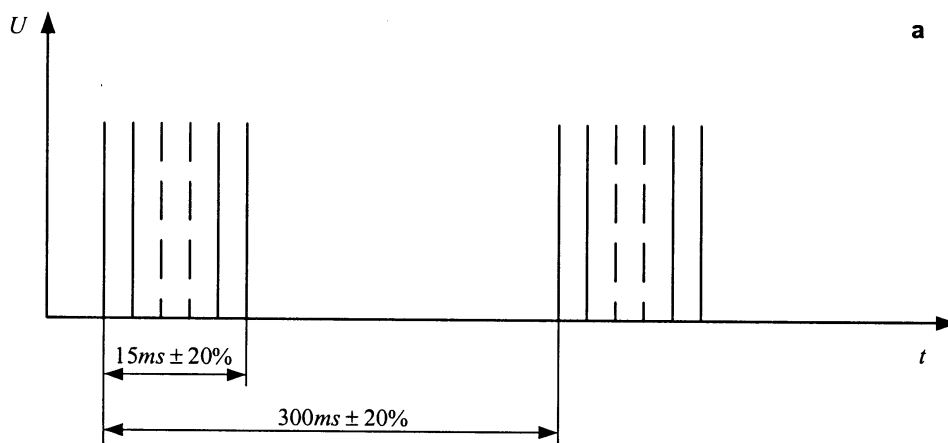
2. EN 50082-2 (1995 - 03) Electromagnetic compatibility: Generic immunity standard:

Part 2 Industrial environment (odpowiednik krajowy - PN-EN 50082-2, grudzień 1997, Kompatybilność elektromagnetyczna, Wymagania ogólne dotyczące odporności na zaburzenia, Środowisko przemysłowe)

Test odporności na narażenia EFT/B jest realizowany za pomocą serii pewnej liczby zakłóceń impulsowych, podawanych z generatora probierczego, sprzężonych odpowiednio do linii zasilania oraz wejść sterujących i sygnałowych badanego obiektu. Pojedynczy impuls w serii ma kształt jak przedstawiony na *Rys.1*, a kształt całej serii przedstawia *Rys.2*.



Rys.1 Parametry oraz kształt pojedynczego impulsu EFT/B.



Rys.2 Parametry oraz kształt serii impulsów EFT/B (a); pojedyncza wiązka (b)

Różnorodność urządzeń poddawanych testom odporności na zakłócenia EFT/B utrudnia sformułowanie precyzyjnych kryteriów oceny ich zachowania w obecności narażeń. Producent powinien dostarczyć opis funkcjonalnego działania urządzenia, określić istotne parametry, wymagające monitorowania podczas badań, a także jeśli to możliwe wskazać przewidywane objawy zachowania się urządzenia w obecności narażeń elektromagnetycznych. Te informacje powinny być odnotowane w raporcie z badań. O ile nie ma dla badanego obiektu szczegółowych wytycznych dotyczących oceny jego zachowania w obecności impulsów EFT/B, należy zastosować do testowanego urządzenia wymagania kryterium B, określonego w normach ogólnych EN-50082-1 i EN-50082-2: "Urządzenie powinno działać w przewidywalny sposób po zakończeniu badań. Nie dopuszcza się żadnej degradacji jego parametrów technicznych lub utraty funkcji, do poziomów niższych niż zdefiniowane przez producenta, w warunkach gdy urządzenie jest używane w zamierzony sposób, zgodnie z jego przeznaczeniem. W pewnych warunkach poziom zgodności może być zastąpiony przez dopuszczalną utratę właściwości użytkowych. Dopuszcza się obniżenie parametrów technicznych urządzenia w toku badania. Nie jest dopuszczalna żadna zmiana stanu pracy urządzenia lub utraty zapamiętanych danych."

1. Stanowisko pomiarowe

Wyróżnia się dwa rodzaje badań, zależnie od środowiska, w którym są wykonywane:

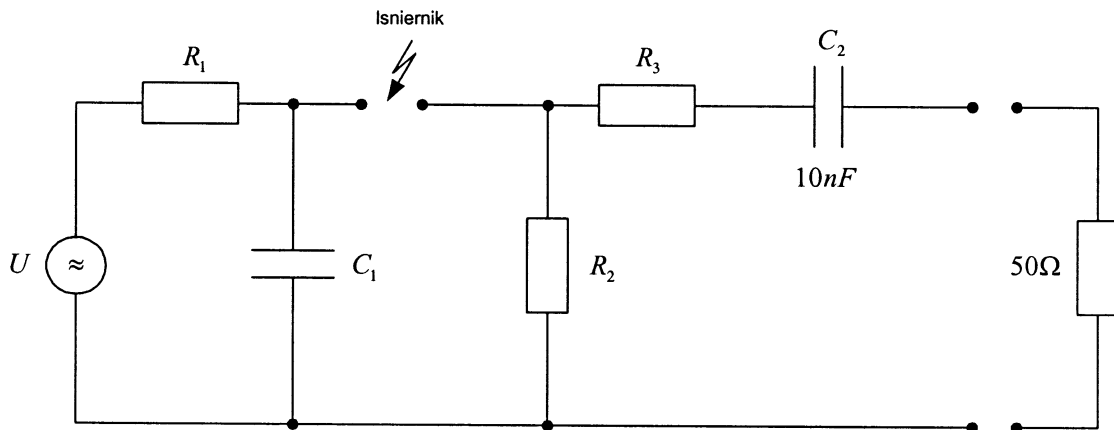
- badania pełne wykonywane w warunkach laboratoryjnych
- badania eksploatacyjne wykonywane w miejscu zainstalowania testowanego obiektu

W celu zminimalizowania wpływu środowiska na wyniki badań, jak również dla wyeliminowania niepożądanych emisji zakłóceń środowiska, testy odporności należy prowadzić w kabinie ekranowanej, w następujących warunkach klimatycznych:

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

1.1 Generator probierczy impulsów EFT/B

Uproszczony schemat generatora probierczego impulsów EFT/B jest przedstawiony na Rys.3.



Rys.3 Uproszczony schemat generatora probierczego impulsów EFT/B

Wymagane przez normy charakterystyki i osiągi generatora ilustruje tabela (Tab.1)

Wyjście nieobciążone	
Amplituda impulsu (napięcie na kondensatorze magazynującym energię)	Minimum: 0,25 kV - 10% Maksimum: 4 kV +10%
Wyjście obciążone 50 Ω	
Energia maksymalna	4mJ/impuls przy 2 kV na obciążeniu 50 Ω
Polaryzacja	Dodatnia / ujemna
Typ wyjścia	Współosiowy
Impedancja dynamiczna źródła.	50 Ω ±20 % między 1 MHz i 100 MHz
Kondensator C ₂ odcinający składową stałą prądu umieszczony wewnątrz generatora	10nF
Częstotliwość powtarzania impulsów	2,5 kHz / 5 kHz (zależy od wybranego poziomu ostrości)
Czas narastania impulsu	5ns±30%
Czas trwania impulsu	50ns±30%
Kształt fali impulsu przy wyjściu dopasowanym do obciążenia 50 Ω	Tak jak pokazano na Rys. 1
Związek z zasilaniem	Asynchroniczny
Czas trwania serii	15ms±20%
Okres powtarzania	300ms ± 20%

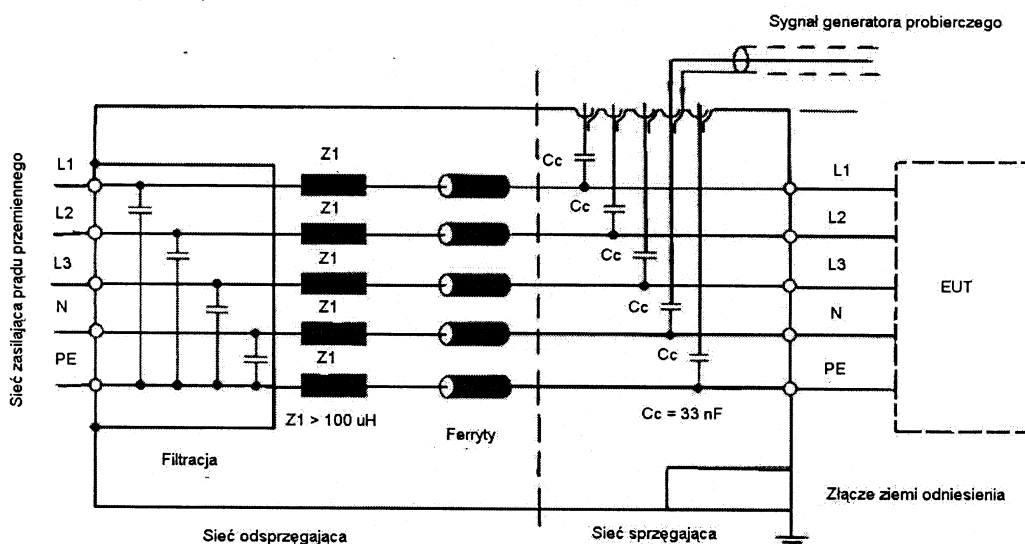
Tab. 1 Wymagane przez normy charakterystyki i osiągi generatora probierczego.

1.2 Sieć sprzęgająco - odsprzęgająca

Sieć ta ma na celu:

- umożliwienie przyłożenia napięcia, w układzie niesymetrycznym, z wyjścia generatora probierczego do zacisków zasilania sieciowego (DC lub AC) badanego obiektu.
- ochronę zewnętrznej sieci zasilającej oraz innych urządzeń poddawanych testom przed przenikaniem do nich impulsów z wyjścia generatora probierczego w czasie testu.

Schemat sieci sprzęgająco - odsprzęgającej, na przykładzie realizacji dla linii trójfazowej, przedstawia rysunek 4 (Rys.4) . Sieć taka może być również wykorzystana dla dowolnej linii zasilania.



Rys. 4 Przykład sieci sprzęgająco* - odsprzęgającej dla linii trójfazowej

Wymagane parametry sieci sprzęgająco - odsprzęgającej ilustruje tabela (Tab. 2)

Zakres częstotliwości	1MHz do 100MHz
Kondensator sprzęgający	33nF±10%
Tłumienie toru sprzężenia	<2dB
Tłumienie tory odsprzężenia w układzie niesymetrycznym	>20dB
Tłumienie przesłuchu w sieci między dwiema dowolnymi liniami	>30dB
Wytrzymałość elektryczna izolacji kondensatora sprzęgającego	5 kV (impuls probierczy 1,2 / 50 μs)

Tab. 2. Wymagane parametry sieci sprzęgająco – odsprzęgającej

1.3 Poziomy ostrości prób

Poziom ten powinien być wybrany na podstawie analizy rzeczywistych zagrożeń występujących w miejscu zainstalowania testowanego urządzenia. Norma PN-IEC 801-4 zaleca następujące poziomy ostrości próby dla serii szybkich zakłóceń impulsowych .

Napięcie probiercze na wyjściu nie obciążonym generatora $\pm 10\%$ oraz częstotliwość powtarzania impulsów $\pm 20\%$				
Poziom	na obwody zasilania		Na linii sygnałowe (wej / wyj) przesyłania danych i sterowania	
	Amplituda kV	Częstotliwość kHz	Amplituda kV	Częstotliwość kHz
1	0,5kV	5	0,5kV	5
2	1kV	5	1kV	5
3	2kV	5	2kV	5
4	4kV	2,5	4kV	2,5
X	Specjalne	Specjalna	Specjalne	Specjalna

Tab. 3. Zalecane przez PN-IEC 801-4 poziomy ostrości próby dla serii szybkich zakłóceń impulsowych

Poziomy ostrości powinny być wybrane zgodnie z najbardziej rzeczywistą oceną warunków zainstalowania i otoczenia.

Poziom 1: Środowisko dobrze chronione.

Instalacja charakteryzuje się następującymi cechami:

- tłumienie wszystkich serii szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych w komutowanych obwodach sterowania
- separacja między liniami zasilania (prądu przemiennego i prądu stałego) a obwodami sterowania i pomiaru przechodzącymi z innych środowisk należących do wyższych poziomów ostrości
- ekranowane przewody zasilające, przy czym ich ekrany są uziemione na obu końcach do ziemi odniesienia instalacji i zasilanie jest chronione filtrami

Przykładem takiego środowiska jest sala komputerowa.

Poziom 2: Środowisko chronione.

Instalacja charakteryzuje się następującymi cechami:

- częściowe tłumienie serii szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych w obwodach sterowania komutowanych wyłącznie przekaźnikami (nie ma styczników)
- separacja wszystkich obwodów od innych obwodów związanych ze środowiskiem o wyższych poziomach ostrości
- separacja fizyczna nie ekranowanych kabli zasilających i sterowania od kabli sygnałowych i komunikacyjnych

Przykładem takiego środowiska jest sterownia lub sala terminali przemysłowych i elektrycznych.

Poziom 3: Typowe środowisko przemysłowe.

Instalacja charakteryzuje się następującymi cechami:

- nie ma tłumienia serii szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych w obwodach komutowanych wyłącznie przekaźnikami (nie ma styczników)
- niedostateczna separacja obwodów przemysłowych od innych obwodów związanych ze środowiskami o wyższych poziomach ostrości
- linie zasilania, sterowanie, sygnałowe i komunikacyjne są prowadzone oddzielnymi kablami
- niedostateczna separacja między kablami zasilania, sterowania, sygnałowymi i komunikacyjnymi
- jest dostępny system uziemiający w postaci rur przewodzących, przewodów uziemiających w uchwytych kablowych (przyłączonych do systemu uziemienia ochronnego) oraz siatek uziemiających

Przykładem takiego środowiska jest: hala przemysłowa, elektrownia, sala przekaźników napowietrznych podstacji wysokiego napięcia.

Poziom 4: Ostre środowisko przemysłowe.

Instalacja charakteryzuje się następującymi cechami:

- nie ma tłumienia serii szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych w obwodach sterowania i zasilania komutowanych przekaźnikami i stycznikami
- - nie ma separacji obwodów przemysłowych od innych obwodów związanych ze środowiskami o wyższych poziomach ostrości
- nie ma separacji między kablami zasilania, sterowania, sygnałowymi i komunikacyjnymi
- stosuje się kable wielożyłowe, wspólne z liniami sterowania i sygnałowymi

Przykładem takiego środowiska są strefy zewnętrzne instalacji przemysłowych, w których nie wykorzystano żadnej specyficznej metody instalacyjnej, strefy zewnętrzne elektrowni, podstacje napowietrzne wysokiego napięcia na napięcie robocze 500 kV

Poziom 5: Sytuacje specjalne do przeanalizowania

Poziom ten jest przedmiotem uzgodnień między dostawcą a odbiorcą lub jest podany przez producenta.

1.3 Metodologia badań

Próba powinna być wykonana zgodnie z planem badania, który powinien określać:

- poziom i rodzaj napięcia probierczego
- biegunowość napięcia probierczego (obie biegunowości są obowiązujące)
- wewnętrzne lub zewnętrzne sterowanie generatora
- czas trwania próby, co najmniej 1 min.
- liczbę narażeń napięciem probierczym
- obwody, linie itp.: które podlegają próbie
- reprezentowane warunki działania urządzenia badanego
- kolejność narażania napięciem probierczym obwodów jeden po drugim lub kabli należących do więcej niż jednego obwodu, itp.

Należy ustawić badany obiekt na podstawie izolacyjnej o grubości 0,1 m, umieszczonej na ziemi odniesienia, zachowując następujące warunki:

- a. minimalne odległości od ścian kabiny ekranowej (wyjątek podłoga) do badanego obiektu muszą wynosić 0,5 m
- b. płaszczyzna ziemi odniesienia musi wystawać poza obrys badanego obiektu co najmniej 0,1 m z każdej strony.

Następnie połączyć elementy badanego obiektu zgodnie z normalnymi wymaganiami instalacyjnymi: dołączenie do systemu uziemiającego powinno być zgodne z instrukcją montażową producenta (zabrania się jakichkolwiek uziemień dodatkowych). Połączenia kabli uziemiających do płaszczyzny ziemi odniesienia i wszystkich zacisków uziemiających powinny zapewniać minimum indukcyjności.

Należy zachować warunek długości połączenia pomiędzy badanym obiektem a urządzeniem sprzęgającym ($< 1\text{ m}$); jeżeli dostawca dostarcza badane urządzenie razem z nieodłączalnym kablem zasilania o długości przekraczającej 1 m , to część przewodu powyżej 1 m powinna być zwinięta w płaski zwój o średnicy $0,4\text{ m}$, umieszczony na wysokości $0,1\text{ m}$ nad ziemią odniesienia (powinna być utrzymana odległość 1 m pomiędzy badanym obiektem a urządzeniem sprzęgającym).

Po wykonaniu wyżej wymienionych czynności przykładamy (na minimum 1 minutę) napięcie probiercze za pośrednictwem sieci sprzęgająco - odsprzęgającej na linię zasilania, zgodnie z przyjętym planem badań (jeżeli pobór prądu w linii zasilania obiektu badanego przekracza wartość nominalną sieci sprzęgająco - odsprzęgającej to wykonać próbę jak dla badań w warunkach eksploatacyjnych).

2. Wykonanie pomiarów

Po dokonaniu połączenia badanego obiektu z generatorem impulsów probierczych BEST PLUS, dokonujemy badań zgodnie z poniższym schematem. Wartości potrzebne do ustawienia odpowiednich parametrów impulsów probierczych przedstawia tabela (Rys. 7) Każdy pomiar należy wykonać trzykrotnie w odstępach dwuminutowych.

1. Wcisnąć przycisk *OPTIONS* a następnie *CONFIG*
2. Używając przycisków *< >* przejść do opcji *DUT ON*
3. Używając przycisków *+ -* zmienić na opcję *ALWAYS* i wcisnąć przycisk *SA VE* .
Pojawi się napis *Saving please wait*. Powinna zaświecić się dioda *DUT ON* znajdująca się w prawym górnym rogu generatora.
4. Wcisnąć przycisk *QUIT*
5. Włączyć obiekt badany
6. Wcisnąć przycisk *BURST*
7. Używając przycisków *< >* oraz *+ -* nastawić odpowiednie parametry testowego impulsu (tabela *Tab. 4*)
8. Po ustawieniu odpowiednich parametrów impulsu testowego wciskamy przycisk *RUN*
9. Po zakończeniu testu sprawdzamy poprawność działania obiektu badanego

L.p.	Voltage	Rep. Rate	Coupling	Test Modę	Frequency	Pulse Count	Phase Angle	Duration
1	+1000V	200ms	L	Min	5kHz	3	Asynch	1
2	+1000V	200ms	L	Min	5kHz	5	Asynch	1
3	+1000V	200ms	L	Min	5kHz	10	Asynch	1
4	+1000V	300ms	L	Min	5kHz	5	Asynch	1
5	+1000Y	300ms	L	Min	5kHz	10	Asynch	1

Tab. 4 Wartości parametrów impulsu testowego

Wyniki badań powinny być sklasyfikowane na podstawie warunków działania i wymagań funkcjonalnych urządzenia badanego według następujących kryteriów działania:

1. Osiągi normalne w granicach wymagań.
2. Chwilowe upośledzenie lub utrata funkcjonalności lub osiągow, ustępujące samoczynnie.

3. Chwilowe upośledzenie lub utrata funkcjonalności lub osiągow, do usunięcia których wymagana jest interwencja operatora lub ponowne włączenie systemu.
4. Upośledzenie lub utrata funkcjonalności, nieusuwalne z powodu uszkodzenia urządzenia (elementów).

Na podstawie otrzymanych wyników pomiarów opracować sprawozdanie do ćwiczenia, które powinno zawierać:

- obserwacje wpływu impulsu testowego na działanie testowanego urządzenia (w trakcie testu oraz po jego zakończeniu)
- po wykonaniu testów przy określonej wartości parametrów impulsu testowego, określić czy urządzenie badane przeszło próbę pozytywnie
- własne spostrzeżenia dotyczące wykonywanych testów.