



PODSTAWOWE POMIARY URZĄDZEŃ SIECIOWYCH. Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych

Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.



Oczekiwane efekty uczenia się: wiedza lub umiejętności zawodowe w zakresie dziedziny zawodowej, przydatne do wykonywania zawodu:

- Zapoznanie się z obowiązującymi normami dotyczącymi odporności urządzeń na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.
- Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami obowiązującymi na danym stanowisku badawczym.
- Zdobycie wiedzy z zakresu fizyki zjawiska.
- Poznanie zasady działania generatora serii szybkich elektrycznych stanów przejściowych oraz jego bezpiecznej obsługi.
- Nabycie umiejętności przygotowania stanowiska do testów odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.
- Poznanie procedur wykonywania badań odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.
- Zrozumienie zasad dokumentowania oraz interpretacji wyników badań odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.
- Poznanie przykładów zakłóceń oraz awarii wywołanych przez impulsy generatora serii szybkich elektrycznych stanów przejściowych

Oczekiwane efekty uczenia się: w tym kształtujące umiejętności cyfrowe:

- Umiejętność obsługi generatora serii szybkich elektrycznych stanów przejściowych.

Oczekiwane efekty uczenia się: w tym kształtujące umiejętności związane z transformacją ekologiczną:

- Zrozumienie znaczenia projektowania układów odpornych na szybkie elektryczne stany przejściowe jako sposobu zwiększania trwałości i niezawodności urządzeń elektronicznych.
- Umiejętność weryfikacji kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń pod kątem poprawnego funkcjonowania w środowiskach przemysłowych i domowych narażonych na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – podstawowe pojęcia

➤ **Sprzęt pomocniczy (AE)**

Sprzęt niezbędny do dostarczenia badanemu urządzeniu (EUT) sygnałów wymaganych do jego normalnej pracy oraz sprzęt służący do weryfikacji działania EUT.

➤ **Impulsowy ciąg zakłóceń (burst)**

Sekwencja ograniczonej liczby pojedynczych impulsów lub oscylacji o ograniczonym czasie trwania.



Kalibracja

Zespół czynności, które ustalają – poprzez odniesienie do wzorców – zależność istniejącą, w określonych warunkach, między wskazaniem a wynikiem pomiaru.



Sprzężenie (coupling)

Oddziaływanie między obwodami, które powoduje przeniesienie energii z jednego obwodu do drugiego.

➤ **Sprzężenie wspólne (common mode coupling)**

Jednoczesne sprzężenie wszystkich przewodów względem płaszczyzny odniesienia (uziemienia).

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – podstawowe pojęcia

- **Zacisk sprzęgający (coupling clamp)**

Urządzenie o określonych wymiarach i właściwościach, służące do sprzężenia sygnału zakłócającego w trybie wspólnym z badanym obwodem, bez galwanicznego połączenia z nim.

- **Sieć sprzęgająca (coupling network)**

Obwód elektryczny służący do przenoszenia energii z jednego obwodu do drugiego.

- **Sieć odsprzęgająca (decoupling network)**

Obwód elektryczny, którego celem jest zapobieżenie wpływowi napięcia impulsów EFT przyłożonego do EUT na inne urządzenia, sprzęt lub systemy, które nie są przedmiotem badania.

- **Pogorszenie działania (degradation of performance)**

Niepożądane odchylenie działania dowolnego urządzenia, sprzętu lub systemu od jego zamierzonego działania.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – podstawowe pojęcia

➤ **EFT/B**

Szybkie elektryczne stany nieustalone / sekwencje impulsów (electrical fast transient/burst).

➤ **Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)**

Zdolność urządzenia lub systemu do poprawnego działania w jego środowisku elektromagnetycznym bez wprowadzania niedopuszczalnych zaburzeń elektromagnetycznych do tego środowiska.

➤ **EUT (equipment under test)**

Urządzenie będące przedmiotem badań.

➤ **Płaszczyzna odniesienia (GRP – ground reference plane)**

Płaska, przewodząca powierzchnia, której potencjał jest używany jako wspólne odniesienie.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – podstawowe pojęcia

➤ **Odporność (na zaburzenia)**

Zdolność urządzenia, sprzętu lub systemu do działania bez pogorszenia jakości w obecności zaburzeń elektromagnetycznych.

➤ **Port**

Określony interfejs EUT ze zewnętrznym środowiskiem elektromagnetycznym.

➤ **Szerokość impulsu (pulse width)**

Przedział czasu między chwilami, w których wartość chwilowa impulsu osiąga 50% wartości poziomu narastania i opadania impulsu.

➤ **Czas narastania (rise time)**

Przedział czasu między chwilą, gdy wartość chwilowa impulsu po raz pierwszy osiąga 10% wartości, a chwilą, gdy osiąga 90% tej wartości.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – podstawowe pojęcia

➤ **Przebieg przejściowy (transient)**

Zjawisko lub wielkość, która zmienia się między dwoma kolejnymi stanami ustalonymi w czasie krótszym niż charakterystyczna skala czasu rozpatrywanego zjawiska.

➤ **Sprężenie niesymetryczne (unsymmetric mode coupling)**

Sprężenie pojedynczego przewodu względem płaszczyzny odniesienia.

➤ **Weryfikacja (verification)**

Zespół czynności służących do sprawdzenia systemu aparatury badawczej (np. generatora i kabli połączeniowych) oraz uzyskania pewności, że system badawczy działa zgodnie ze specyfikacjami określonymi w punkcie 6 normy (gdzie są wymagania dla generatora).

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 - Fizyka zjawiska

Zjawisko „Szybkich Elektrycznych Stanów Przejściowych” w skrócie EFT (ang. Electric Fast Transient) lub Burst bazuje na sposobie działania styczników i przekaźników. Styki, tych często stosowanych elementów, poruszane są przez elektromagnes i mechanicznie go zwierają lub rozwierają. Podczas pracy styków przekaźnika następują dwa negatywne i interesujące nas zjawiska:

- podczas zwierania styków zdarza się, że styk lekko podskoczy i kilkakrotnie, na ułamek sekundy, przerwie obwód elektryczny,
- podczas rozłączania obwodów, przez które płynie duży prąd oraz obciążenie posiada indukcyjność elektryczną (np. grzałki elektryczne), często występuje wielokrotne zapalenie i gaszenie łuku elektrycznego na stykach przekaźnika.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 - Fizyka zjawiska

- Obydwa te zjawiska powodują pojawienie się bardzo szybkich impulsów, które można też nazwać szpilkami, na napięciu zasilającym. Impulsy te mogą mieć amplitudę rzędu tysięcy woltów (najczęściej do 4kV). Takie impulsy często „wracają” do sieci elektrycznej i narażają inne urządzenia, które mogą przez to nieprawidłowo działać. Zjawisko Szybkich Elektrycznych Stanów Przejściowych (w skrócie EFT lub Burst) opisane jest w normie PN-EN 61000-4-4. Norma ta opisuje w jaki sposób przygotować generator i stanowisko do sprawdzenia czy urządzenie będzie odporne na impulsy EFT/Burst.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4

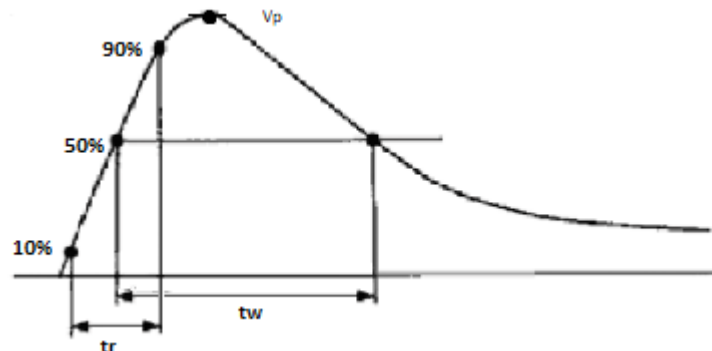
Poziomy testowe badania odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – dla obwodu otwartego generatora

Poziom	Przyłącze zasilania		Przyłącza sygnałowe i komunikacyjne	
	Napięcie szczytowe, kV	Częstotliwość pow. Impulsow, kHz	Napięcie szczytowe, kV	Częstotliwość pow. Impulsow, kHz
1	0,5	5 lub 100	0,25	5 lub 100
2	1	5 lub 100	0,5	5 lub 100
3	2	5 lub 100	1	5 lub 100
4	4	5 lub 100	2	5 lub 100
X	specjalne			

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4

Poziomy testowe badania odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – dla obwodu otwartego generatora

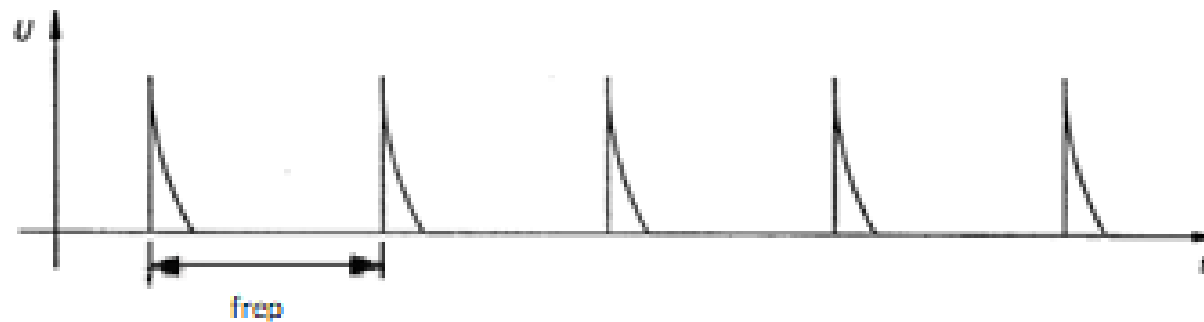
Parametr mierzony	Wartość spodziewana	Zakres tolerancji
Kształt impulsu na wyjściu obciążonym 50 Ω		
Czas narastania/opadania t_r	5,0 ns	$\pm 1,5$ ns
Szerokość impulsu t_w	50 ns	± 15 ns
Napięcie szczytowe V_p	V_p (50 Ω)	± 10 %
Kształt impulsu na wyjściu obciążonym 1000 Ω		
Czas narastania/opadania t_r	5,0 ns	$\pm 1,5$ ns
Szerokość impulsu t_w	50 ns	-15 ns +100 ns
Napięcie szczytowe V_p	V_p (1000 Ω)	± 20 %



Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4

Poziomy testowe badania odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – dla obwodu otwartego generatora

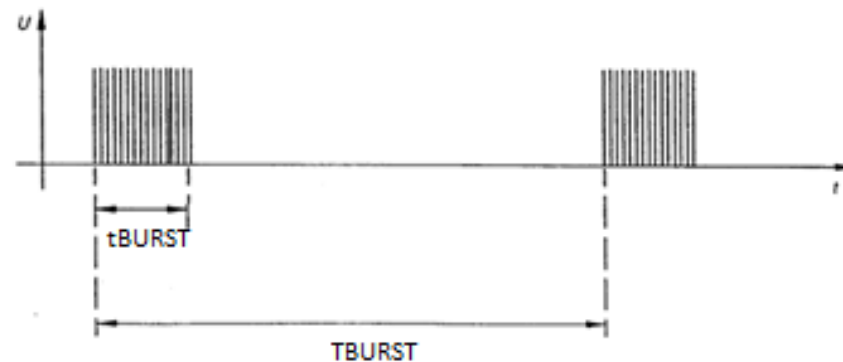
Parametr mierzony	Wartość spodziewana	Zakres tolerancji
Częstotliwość impulsów w serii f_{rep} :		
2,5 kHz	2,5 kHz	±20 %
5 kHz	5 kHz	
100 kHz	100 kHz	



Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4

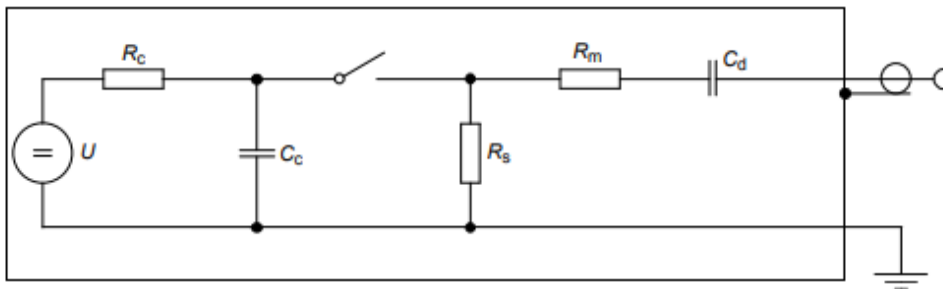
Poziomy testowe badania odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – dla obwodu otwartego generatora

Parametr mierzony	Wartość spodziewana	Zakres tolerancji
Czas trwania serii impulsów t_{BURST} :		
2,5 kHz oraz 5 kHz	15 ms	± 3 ms
100 kHz	0,75 ms	$\pm 0,15$ ms
Okres serii impulsów T_{BURST}	300 ms	± 60 ms

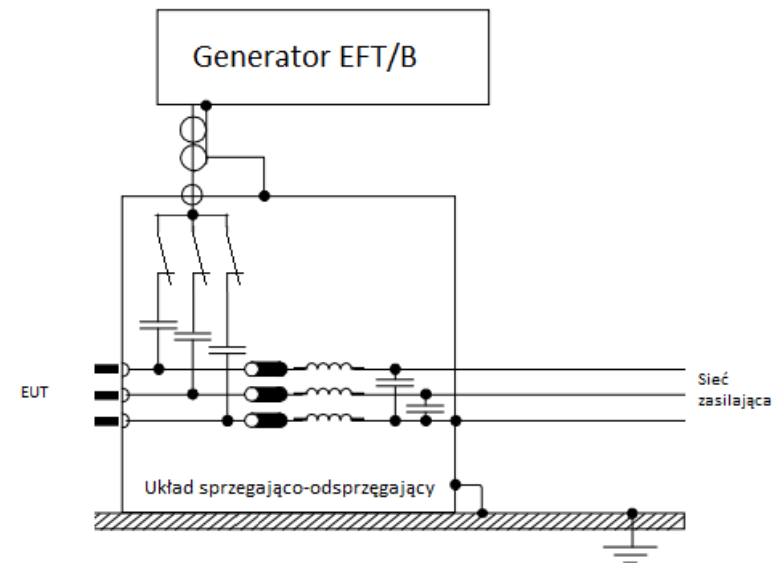


Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4

Budowa generatora EFT/B



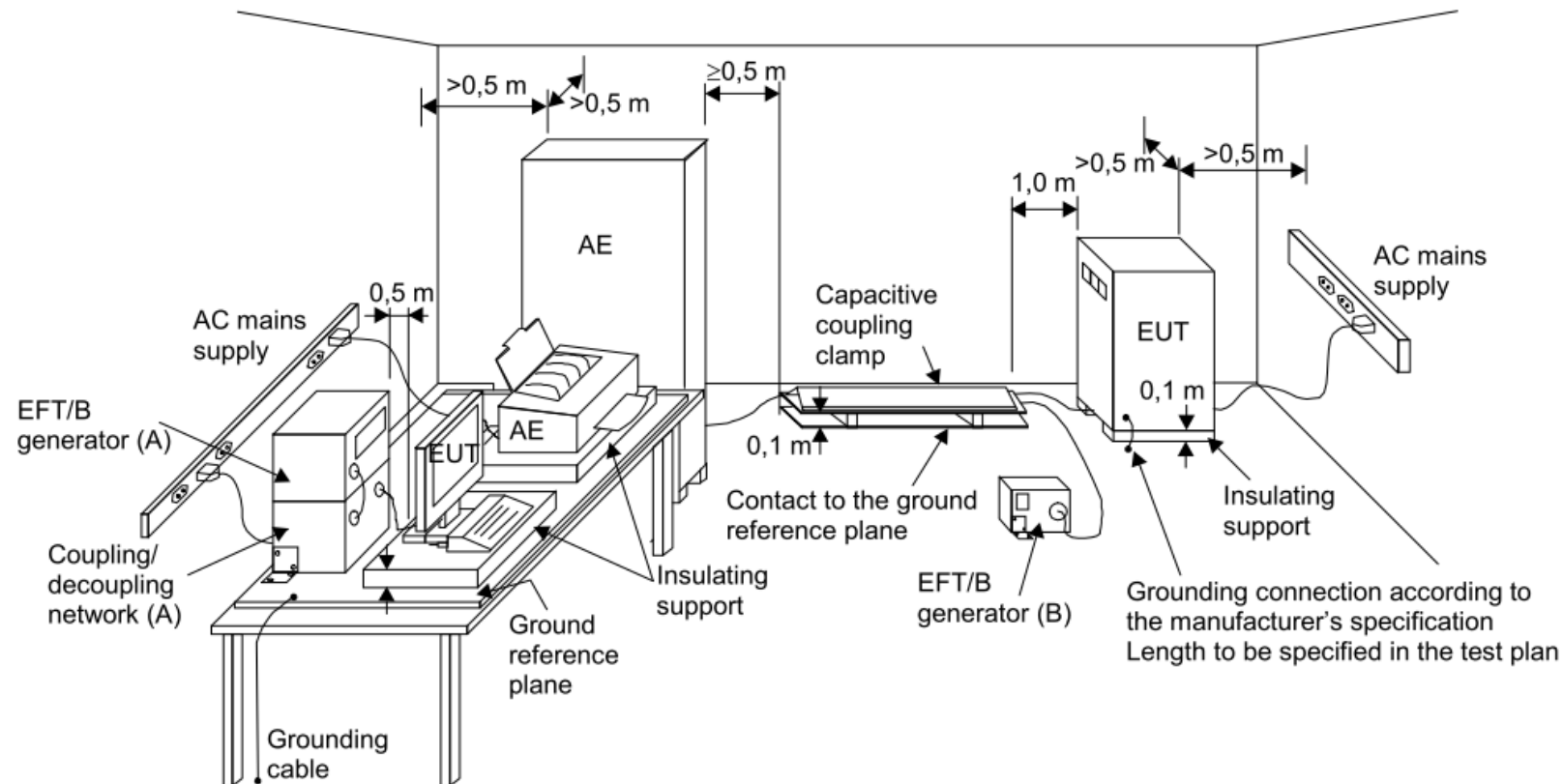
Budowa CDN 1fazowego



Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4



Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Konfiguracja stanowiska



IEC 645/12

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Plan badania

Badanie należy przeprowadzić na podstawie **planu testu**, który musi obejmować weryfikację działania EUT zgodnie z jego specyfikacją techniczną.

EUT powinno pracować w **normalnych warunkach pracy**.

Plan badania powinien określać:

- rodzaj testu (laboratoryjny lub w warunkach in-situ),
- poziom testu,
- sposób sprzęgania (tryb wspólny lub niesymetryczny – w przypadku badań in-situ lub gdy brak CDN),
- polaryzację napięcia testowego (obie polaryzacje obowiązkowe),
- czas trwania testu dla każdego portu (nie krótszy niż czas potrzebny do pełnego cyklu działania EUT i reakcji na zakłócenie, jednak nie krótszy niż 1 minuta – komitety produktowe mogą ustalić inne czasy),
- częstotliwość powtarzania impulsów,
- porty EUT poddawane badaniu,
- reprezentatywne warunki pracy EUT,
- kolejność przykładania napięcia testowego do poszczególnych portów,
- zastosowane urządzenia pomocnicze (AE).

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Ocena wyników badania

Wyniki badań należy sklasyfikować pod względem utraty funkcji lub pogorszenia działania badanego urządzenia (EUT), w odniesieniu do poziomu działania określonego przez jego producenta, zleceniodawcę badań lub uzgodnionego między producentem a nabywcą wyrobu.

Zalecana klasyfikacja jest następująca:

- a) **normalne działanie** – w granicach określonych przez producenta, zleceniodawcę lub nabywcę;
- b) **tymczasowa utrata funkcji lub pogorszenie działania**, które ustępuje po zakończeniu oddziaływania zakłócenia, a urządzenie odzyskuje normalne działanie **bez interwencji operatora**;
- c) **tymczasowa utrata funkcji lub pogorszenie działania**, których usunięcie **wymaga interwencji operatora**;
- d) **utrata funkcji lub pogorszenie działania, które są nieodwracalne**, spowodowane uszkodzeniem sprzętu lub oprogramowania albo utratą danych.

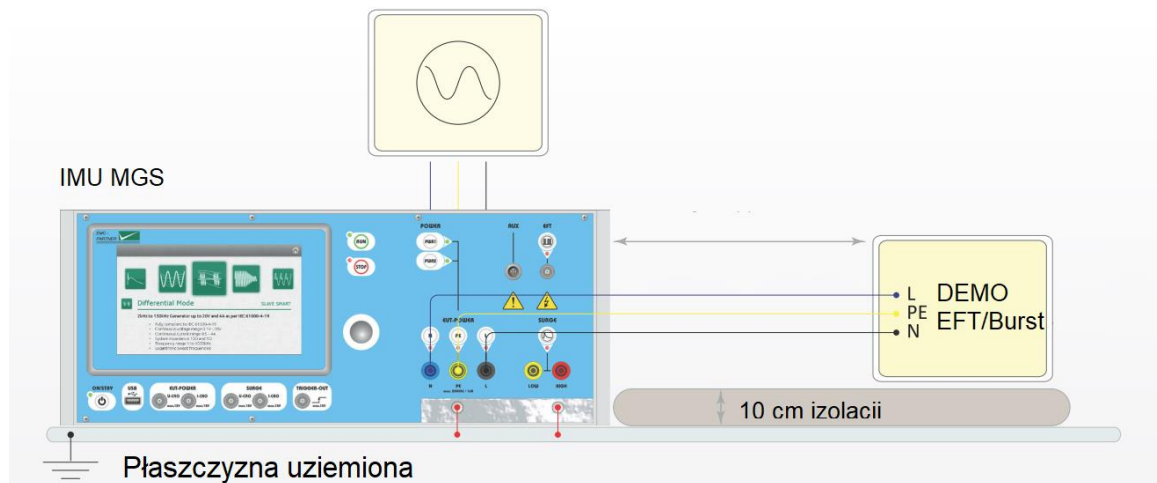
Specyfikacja producenta może określać skutki oddziaływania na EUT, które można uznać za **nieistotne**, a zatem **akceptowalne**.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Sprawozdanie z badań

Sprawozdanie z badań powinno zawierać wszystkie informacje niezbędne do odtworzenia przeprowadzonego testu. W szczególności należy odnotować:

- elementy określone w planie badań
- identyfikację badanego urządzenia (EUT) oraz wszelkiego sprzętu towarzyszącego
- identyfikację użytej aparatury pomiarowej
- wszelkie specjalne warunki środowiskowe, w których przeprowadzono badanie, np. ekranowana komora;
- szczególne warunki niezbędne do przeprowadzenia badania;
- rysunek i/lub fotografie stanowiska badawczego oraz układu EUT;
- poziom działania (performance level) określony przez producenta, zleceniodawcę lub nabywcę;
- kryterium działania (performance criterion) określone w normie ogólnej, produktowej lub rodzinnej;
- wszelkie efekty zaobserwowane na EUT podczas lub po zastosowaniu zakłócenia testowego, a także czas ich utrzymywania się;
- wszystkie rodzaje kabli, w tym ich długość, oraz porty EUT, do których zostały podłączone;
- uzasadnienie decyzji o zaliczeniu lub niezaliczeniu testu (na podstawie kryterium działania określonego w normie ogólnej, produktowej lub rodzinnej, bądź uzgodnionego między producentem a nabywcą);
- wszelkie szczególne warunki użytkowania (np. długość lub typ kabla, ekranowanie, uziemienie czy warunki pracy EUT), które są wymagane do zapewnienia zgodności.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Konfiguracja stanowiska



Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Konfiguracja stanowiska



Ustawienie Szafy RACK z generatorem po lewej stronie stołu.



Podłączenie zasilania 1-fazowego 230VAC do szafy Rack z generatorem IMU MGS.

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Konfiguracja stanowiska



Podłączone zasilanie EUT generatora IMU MGS.



Podłączenie uziemień na stanowisku do EFT/Burst



Ułożenie EUT na stanowisku do EFT/Burst.

UWAGA:

Gniazda 3-fazowe 16A są pozbawione wyłącznika różnicowoprądowego (bez RCD) przez co jedynym zabezpieczeniem przeciwporażeniowym jest zabezpieczenie nadprądowe!!!!

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Ustawienie generatora

- Po podłączeniu stanowiska EFT/Burst zgodnie z informacjami podanymi w rozdziale „Podłączenie stanowiska” należy załączyć generator za pomocą przycisku w lewym dolnym narożniku urządzenia.
- Jeżeli przycisk włącznika na panelu frontowym się nie świeci to należy otworzyć tylne drzwi szafy rack i przełączyć zasilanie włącznika generatora, obok kabla zasilającego IEC, do pozycji „1”.
- Po załączeniu generatora należy włączyć zasilanie badanego urządzenia. Należy wejść w menu w lewej górnej części ekranu dotykowego i w menu „EUT Power” załączyć POWER 1.
- Badane urządzenie powinno się automatycznie załączyć i zacząć wyświetlać film.

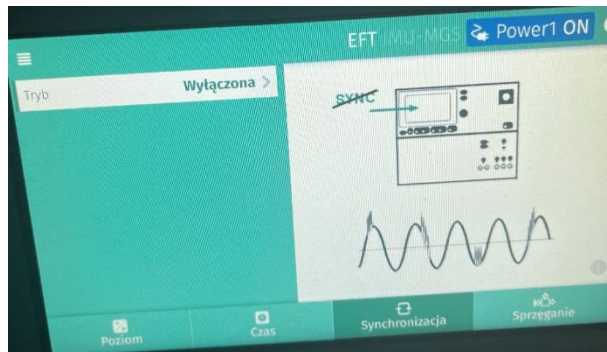
Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Ustawienie generatora



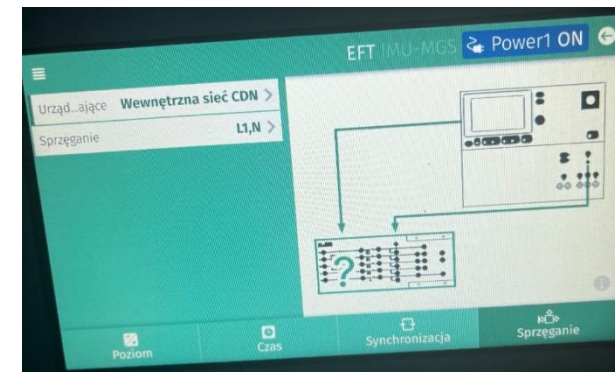
Menu ustawienia poziomu narażeń



Menu ustawienia czasu



Menu ustawienia synchronizacji



Menu ustawienia sprzężania

Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4 – Zadanie

1. Ustawienie parametrów testu zgodnie z prezentacją
 - Rozpoczęcie badania i obserwacja zachowania badanego urządzenia

Zadania dodatkowe:

- * Podniesienie poziomu testowego w celu określenia poziomu wrażliwości urządzenia
- * Ustawienie automatycznego testu z użyciem narzędzie „Zmiany poziomu” w menu „Poziom”, który pozwoli na automatyczne określenie poziomu wrażliwości.