



POMIARY BEZPIECZEŃSTWA URZĄDZEŃ SIECIOWYCH. Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych

Wstęp teoretyczny do kompatybilności elektromagnetycznej



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

Zapoznanie się z obowiązującymi normami dotyczącymi emisji przewodzonej

- Znajomość uwarunkowań prawnych,
- Znajomość podstawowych zagadnień normalizacyjnych,
- Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) – podstawowe określenia i pojęcia.
- Znajomość podstawowych zjawisk związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną.
- Znajomość wybranych metod badań z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej

Oczekiwane efekty uczenia się: w tym kształtujące umiejętności cyfrowe:

- Zapoznanie z bazą danych online PKN

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

- Rozumienie znaczenia kompatybilności elektromagnetycznej w kontekście niezawodności i efektywności pracy urządzeń

Kompatybilny

- «o komputerze, drukarce, karcie graficznej lub muzycznej itp.: mogący działać łącznie z innymi urządzeniami tego typu»
- «odpowiadający czemuś lub przystosowany do czegoś pod każdym względem»

Kompatybilność Elektromagnetyczną = EMC (ang. ElectroMagnetic Compatibility)

Źródło: <https://sjp.pwn.pl/sjp/kompatybilny;2564071.html>

Czym jest EMC i dlaczego jest ważna?

- Kompatybilność elektromagnetyczna, czyli zdolność obiektu technicznego do właściwego działania w swoim środowisku elektromagnetycznym bez wytwarzania zaburzeń elektromagnetycznych, które są niedopuszczalne dla jakiegokolwiek elementu tego środowiska.
- Powyższa definicja EMC może być stosowana, bez żadnych zmian, do obiektów technicznych rozważanych w bardzo różnej skali: od pojedynczych struktur półprzewodnikowych, następnie modułów funkcjonalnych urządzeń, poprzez typowe urządzenia elektroniczne, duże maszyny, aż do rozłożonych przestrzennie instalacji, całych budynków lub zakładów przemysłowych.
- Istota problemu EMC jest w każdym przypadku taka sama i polega na zapewnieniu właściwego – w aspekcie elektromagnetycznym – współistnienia rozważanego obiektu z otoczeniem (środowiskiem) zewnętrznym, bez wzajemnych niepożądanych oddziaływań elektromagnetycznych.

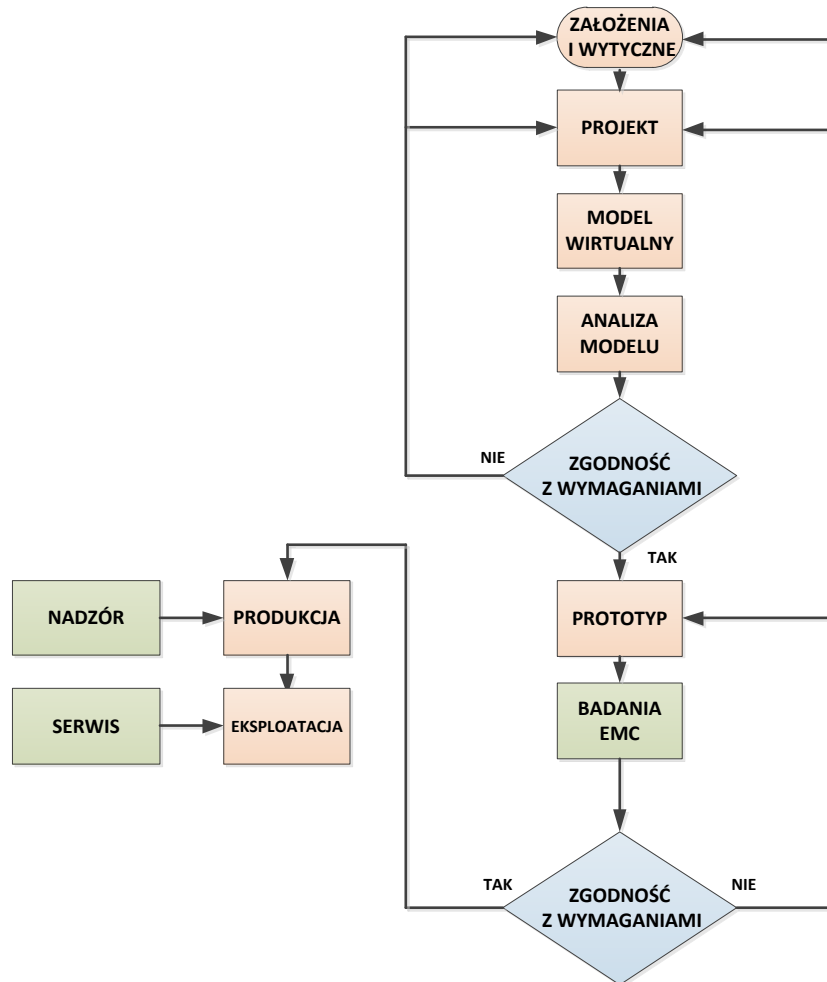
Czym jest EMC i dlaczego jest ważna?

- **Bezpieczeństwo** – zapobiega awariom systemów krytycznych (medycyna, lotnictwo, wojsko).
- **Niezawodność** – urządzenia działają poprawnie mimo obecności zakłóceń.
- **Ochrona przed zaburzeniami** – zmniejsza ryzyko zakłóceń radiowych, telekomunikacyjnych i sieciowych.
- **Zgodność z przepisami** – spełnienie wymagań norm i dyrektyw jest konieczne do wprowadzenia sprzętu na rynek.
- **Ochrona inwestycji** – redukcja kosztów związanych z awariami i naprawami.
- **Komfort użytkownika** – brak niepożądanych efektów (np. trzasków w radiu, zakłóceń obrazu czy problemów z Wi-Fi).

Zapewnienie EMC urządzenia

- Skuteczne zapewnienie EMC urządzenia elektronicznego wymaga podjęcia odpowiednich działań nie tylko na etapie projektu i prototypu, ale również podczas produkcji i eksploatacji urządzenia.
- Wszelkie zmiany konstrukcyjne, także związane wyłącznie z mechaniką lub zmianą oprogramowania, mogą wymagać przeprowadzenia ponownej oceny zgodności wyrobu z wymaganiami EMC.
- Formalna zgodność urządzenia z normami EMC, deklarowana przez producenta, nie zawsze gwarantuje brak problemów EMC związanych z tym urządzeniem, co może wynikać np.:
 - ze zbyt uproszczonych procedur badań prototypu, lub z braku nadzoru produkcji pod kątem EMC,
 - z nieznaności rzeczywistego środowiska EM w danej lokalizacji urządzenia,
 - z błędów instalacyjnych.

Zapewnienie EMC urządzenia



założenia projektowe w zakresie EMC

plan badań EMC i badania wstępne prototypu urządzenia

doprowadzanie prototypu do zgodności z założonymi wymaganiami EMC

badania laboratoryjne EMC urządzenia w wersji produkcyjnej

przygotowanie dokumentacji zgodnie z wymaganiami procedury oznaczenia wyrobu znakiem CE

nadzór dostaw elementów i podzespołów do produkcji z punktu widzenia EMC


okresowe sprawdzanie utrzymania parametrów EMC urządzeń w toku produkcji (wybrane badania EMC)

zapewnienie kompetentnego serwisu w celu utrzymania parametrów EMC urządzenia po naprawie lub modernizacji

Zapewnienie EMC urządzenia



Zapewnienie EMC urządzenia

-  Konstrukcja „zoptymalizowana” 😊

ustalone eksperymentalnie minimum środków technicznych wymaganych do zapewnienia EMC

-  Konstrukcja „nadmiarowa” 😐

maksimum środków technicznych przewidzianych do zapewnienia EMC na etapie projektu urządzenia

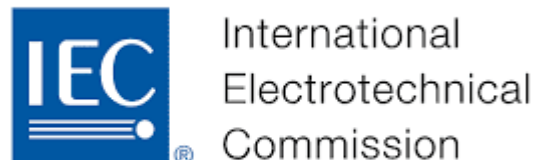
-  Konstrukcja „niedostosowana” 😞

rozwiązanie techniczne, które nie spełnia wymagań EMC – brak odpowiednich środków zapobiegających zakłóceniom lub niewłaściwe ich zastosowanie.



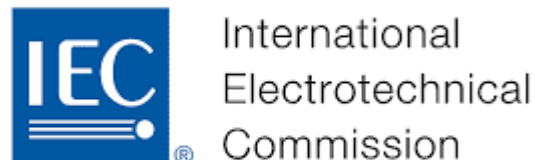
Normalizacja w zakresie EMC

- **Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna** (ang. International Electrotechnical Commission, IEC) – globalna organizacja opracowująca i publikująca międzynarodowe normy z zakresu technik elektrycznych i elektronicznych oraz dziedzin z nimi związanych, będące podstawą norm krajowych oraz odniesieniem dla przetargów i kontraktów międzynarodowych.



Normalizacja w zakresie EMC

- **Specjalny Międzynarodowy Komitet do spraw Zakłóceń Radioelektrycznych** (fr. Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques, CISPR) – międzynarodowy komitet techniczny, stanowiący część IEC, założony w celu ustanawiania standardów związanych z kontrolą oddziaływań elektromagnetycznych i urządzeń elektronicznych.



Normalizacja w zakresie EMC

- **Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny** (ang. International Telecommunication Union, ITU) – najstarsza na świecie globalna organizacja międzynarodowa, jedna z organizacji wyspecjalizowanych ONZ, ustanowiona w celu standaryzowania oraz regulowania rynku telekomunikacyjnego i radiokomunikacyjnego



Normalizacja w zakresie EMC

- **Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki** (fr. Comité Européen de Normalisation Electrotechnique, CENELEC) – zajmują się opracowywaniem dobrowolnych norm z zakresu elektrotechniki i elektroniki w celu wspierania rozwoju Jednolitego Rynku Europejskiego / Europejskiego Obszaru Gospodarczego w sektorze dóbr i usług elektrotechnicznych i elektronicznych. Członkami są Krajowe Komitety Elektrotechniki państw UE i EFTA.



Normalizacja w zakresie EMC

- **Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych** (ang. European Telecommunications Standards Institute, ETSI) – niezależny instytut standaryzacyjny. Podstawowym zadaniem ETSI jest opracowywanie norm niezbędnych do stworzenia europejskiego rynku telekomunikacyjnego.



Normalizacja w zakresie EMC

- **Polski Komitet Normalizacyjny (PKN)** – krajowa jednostka normalizacyjna, która odpowiada za organizację działalności normalizacyjnej. PKN nie jest organem administracji rządowej, jest podmiotem prawa publicznego. Działa z mocy Ustawy z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji.



Normalizacja w zakresie EMC



IEC 61000-4-x
IEC 61000-6-x
IEC 61326-1

EN IEC 61000-4-x / EN 61000-4-x
EN IEC 61000-6-x / EN 61000-6-x
EN IEC 61326-1 / EN 61000-6-x
EN IEC 55016-x-x / EN IEC 55016-x-x
EN 55014
EN 55011

CISPR

CISPR 16-x-x
CISPR 14
CISPR 11



PN EN IEC 61000-4-x / PN EN 61000-4-x ... / PN-ETSI EN 301 489-1



Zalecenia



ETSI EN 301 489-1

Normalizacja w zakresie EMC

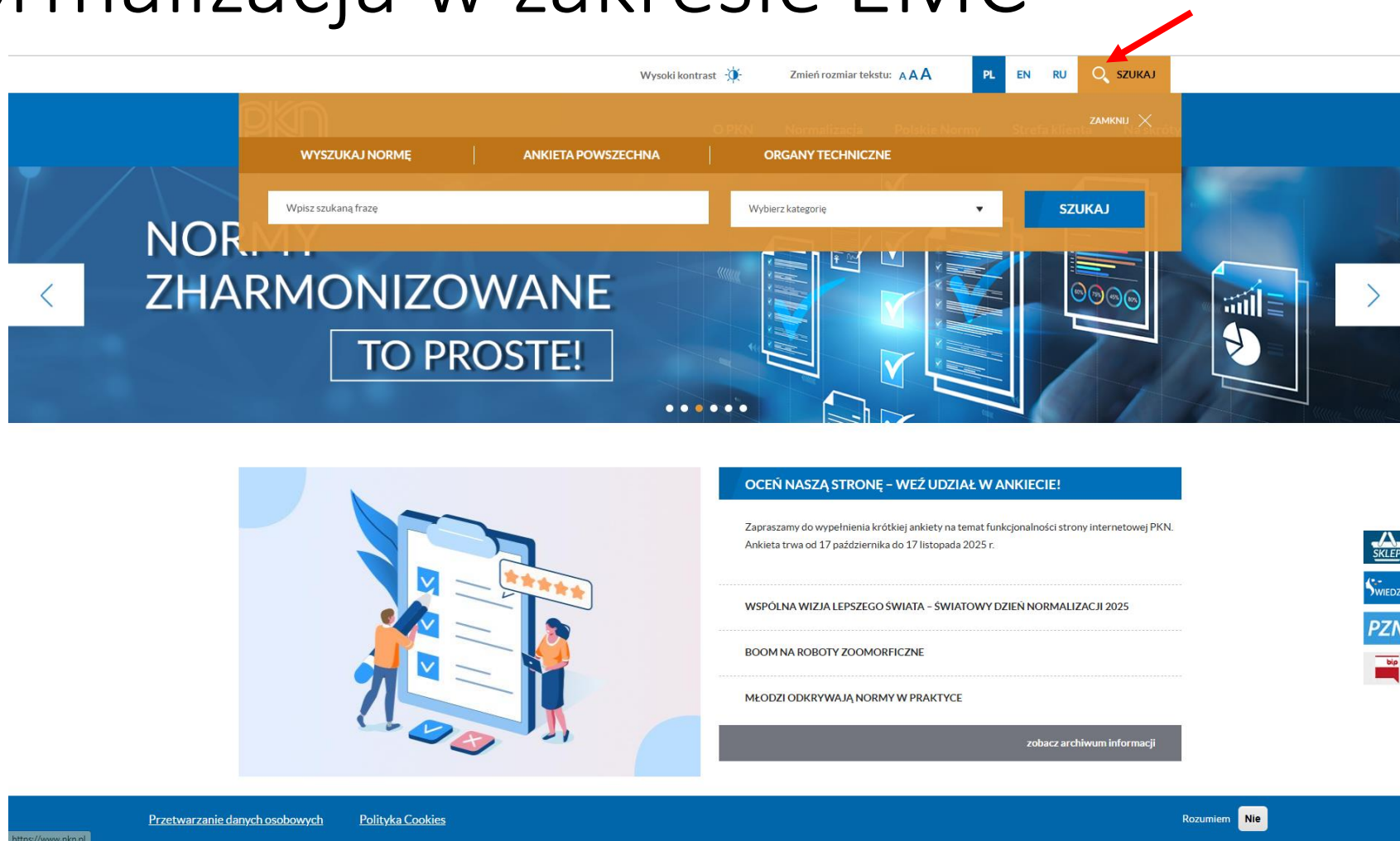
Katalog Polskich Norm - www.pkn.pl

Katalog norm europejskich
CEN/CENELEC - www.cenelec.eu

Katalog norm europejskich ETSI -
www.etsi.org

Katalog norm międzynarodowych
IEC - www.iec.ch

Normalizacja w zakresie EMC



The screenshot displays the PKN website interface. At the top, there are utility links for 'Wysoki kontrast' and 'Zmień rozmiar tekstu: AAA', followed by language selection 'PL EN RU'. A search bar with a magnifying glass icon and the text 'SZUKAJ' is highlighted with a red arrow. Below the search bar, a navigation menu includes 'WYSZUKAJ NORMĘ', 'ANKIETA POWSZECHNA', and 'ORGANY TECHNICZNE'. The main banner features the text 'NORMY ZHARMONIZOWANE TO PROSTE!' over a background of digital charts and documents. Below the banner, there is a section titled 'OCENŃ NASZĄ STRONĘ – WEŹ UDZIAŁ W ANKIECIE!' with a sub-header 'Zapraszamy do wypełnienia krótkiej ankiety na temat funkcjonalności strony internetowej PKN. Ankieta trwa od 17 października do 17 listopada 2025 r.' and a list of topics: 'WSPÓLNA WIZJA LEPSZEGO ŚWIATA – ŚWIATOWY DZIEŃ NORMALIZACJI 2025', 'BOOM NA ROBOTY ZOOMORFICZNE', and 'MŁODZI ODKRYWAJĄ NORMY W PRAKTYCIE'. A button 'zobacz archiwum informacji' is located at the bottom of this section. On the right side, there are logos for 'SKLEP', 'SWIEDZA', and 'PZN'. The footer contains links for 'Przetwarzanie danych osobowych' and 'Polityka Cookies', along with a 'Rozumiem' button and a 'Nie' button.

Normalizacja w zakresie EMC

The screenshot displays the PKN website interface. At the top, there are utility links for 'Wysoki kontrast' and 'Zmień rozmiar tekstu: AAA', along with language selection buttons for 'PL', 'EN', and 'RU'. A search bar is located in the top right corner. Below the navigation bar, there are three main menu items: 'WYSZUKAJ NORME', 'ANKIETA POWSZECHNA', and 'ORGANY TECHNICZNE'. A search bar with the placeholder 'Wpisz szukaną frazę' is positioned below these items. A dropdown menu is open, showing options like 'Wybierz kategorię', 'Informacje na stronie', 'Sklep PKN', 'Portal Wiedza - artykuły', 'Program prac PKN', 'Komunikaty Prezesa', and 'Interpretacje postanowień PN'. A red arrow points from the search bar area to the 'Sklep PKN' option in the dropdown menu. Below the search bar, there is a promotional banner for 'Szkolenie on-line System zarządzania sztuczną inteligencją według ISO/IEC 42001:2023'. To the right, there is a 'SZUKAJ' button. Below the banner, there is a section for 'Nowe i wycofane PN' and 'Nowe EN/ISO/IEC'. A blue button labeled 'ANKIETKIE!' is visible. Below this, there is a text block: 'Zapraszamy do wypełnienia krótkiej ankiety na temat funkcjonalności strony internetowej PKN. Ankieta trwa od 17 października do 17 listopada 2025 r.' Below this, there are three sections: 'WSPÓLNA WIZJA LEPSZEGO ŚWIATA - ŚWIATOWY DZIEŃ NORMALIZACJI 2025', 'BOOM NA ROBOTY ZOOMORFICZNE', and 'MŁODZI ODKRYWAJĄ NORMY W PRAKTYCE'. At the bottom right, there is a button labeled 'zobacz archiwum informacji'. On the right side of the page, there are logos for 'SKLEP', 'WIEDZA', 'PZN', and 'bip'. At the bottom of the page, there is a footer with links for 'Przetwarzanie danych osobowych' and 'Polityka Cookies', and a 'Rozumiem' button with a 'Nie' option.

Normalizacja w zakresie EMC


The screenshot shows the 'Zaawansowane wyszukiwanie w katalogu' (Advanced search in catalog) page on the PKN website. The page features a search form with the following fields:


- Numer: PN-EN 61000-4-2
- Tytuł: (empty)
- Zakres: (empty)
- ICS: (empty)
- Data publikacji: (empty)
- Data wycofania: (empty)
- Status normy: Aktualne
- Wprowadza: (empty)
- Zastępuje: (empty)
- Zastąpiona przez: (empty)
- Organ Techniczny: (empty)
- Sektor: (empty)
- Dyrektywa: (empty)
- Aktualna w ocenie zgodności: (empty)


Buttons for 'Szukaj' (Search) and 'Resetuj' (Reset) are located at the bottom of the form. A red arrow points from the 'Szukaj' button to the 'Numer' field. The website header includes the PKN logo, navigation links, and a search bar.


Normalizacja w zakresie EMC


odporności na asymetrię napięcia
Wprowadza: EN 61000-4-27:2000 [IDT], IEC 61000-4-27:2000 [IDT]
[Dowiedz się więcej](#)

 PN-EN 61000-4-28:2004/A1:2006 - wersja polska
Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-28: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na zmiany częstotliwości sieci zasilającej
Wprowadza: EN 61000-4-28:2000/A1:2004 [IDT], IEC 61000-4-28:1999/AMD1:2001 [IDT]
[Dowiedz się więcej](#)

 PN-EN 61000-4-28:2004/A2:2011 - wersja polska
Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-28: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na zmiany częstotliwości sieci zasilającej
Wprowadza: EN 61000-4-28:2000/A2:2009 [IDT], IEC 61000-4-28:1999/AMD2:2009 [IDT]
[Dowiedz się więcej](#)

 PN-EN 61000-4-28:2004 - wersja polska
Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-28: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na zmiany częstotliwości sieci zasilającej
Wprowadza: EN 61000-4-28:2000 [IDT], IEC 61000-4-28:1999 [IDT]
[Dowiedz się więcej](#)

 PN-EN 61000-4-29:2004 - wersja polska
Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-29: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia występujące w przyłączy zasilającym prądu stałego
Wprowadza: EN 61000-4-29:2000 [IDT], IEC 61000-4-29:2000 [IDT]
[Dowiedz się więcej](#)

 PN-EN 61000-4-2:2011 - wersja polska
Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-2: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne
Wprowadza: EN 61000-4-2:2009 [IDT], IEC 61000-4-2:2008 [IDT]
[Dowiedz się więcej](#)

12 produkt(ów) Pokaż 50 na stronie
Sortuj wg Numer

Normalizacja w zakresie EMC

➤ Normy podstawowe

Zawierają definicje podstawowych pojęć, metody pomiarowe i badawcze. Nie określają konkretnych limitów – mówią jak mierzyć i jak badać.

➤ Normy wyrobów

Określają wymagania EMC dla konkretnych urządzeń lub grup urządzeń. Zawierają limity emisji, jak i wymagania odpornościowe. Są najbardziej praktyczne dla producentów – mówią co dany wyrób musi spełniać, aby mógł być wprowadzony na rynek.

➤ Normy środowiskowe

Określają wymagania EMC dla urządzeń pracujących w określonym środowisku elektromagnetycznym. Stosowane, gdy nie istnieje norma produktowa dla danego urządzenia.

Normalizacja w zakresie EMC – normy podstawowe

- PN EN 61000-4-2 – odporność na wyładowania elektrostatyczne ESD
- PN-EN IEC 61000-4-3 – odporność na promieniowane pole EM o częstotliwości radiowej
- PN-EN 61000-4-4 – odporność na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych (burst/EFT)
- PN-EN 61000-4-5 – odporność na udary napięciowe (surge)
- PN-EN IEC 61000-4-6 – odporność na zaburzenia przewodzone od pól o częstotliwości radiowej
- PN-EN 61000-4-11 – odporność na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia zasilania
- PN-EN 55016-2-1 – pomiary zaburzeń przewodzonych
- PN-EN 55016-2-3 – pomiary zaburzeń promieniowanych
- i inne..

Normalizacja w zakresie EMC – normy dotyczące wyrobów

- PN-EN 55011 - emisja urządzeń przemysłowych, naukowych i medycznych
- PN-EN 55032 - emisja urządzeń multimedialnych
- PN-EN 55035 - odporność urządzeń multimedialnych
- PN-EN 55014-1 - emisja przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń
- PN-EN 55014-2 - odporność przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń
- PN-EN IEC 62135-2 - EMC sprzętu do zgrzewania rezystancyjnego
- PN-EN IEC 61326-1 - EMC aparatury pomiarowej i do użytku w laboratoriach
- PN-EN 60255-26 – emisja i odporność przekaźniki pomiarowe i urządzenia zabezpieczeniowe
- i inne...

Normalizacja w zakresie EMC – normy środowiskowe

- PN-EN IEC 61000-6-1 - odporność w środowisku mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym
- PN-EN IEC 61000-6-2 - odporność w środowiskach przemysłowych
- PN-EN IEC 61000-6-3 - emisja urządzeń w środowiskach mieszkalnych
- PN-EN IEC 61000-6-4 - emisja w środowiskach przemysłowych
- PN-EN 61000-6-5 - odporność w środowisku elektrowni i stacji elektroenergetycznej
- PN-EN 61000-6-7 - odporność urządzeń przeznaczonych do pełnienia funkcji związanych z bezpieczeństwem w lokalizacjach przemysłowych
- PN-EN IEC 61000-6-8 - emisja dla profesjonalnych urządzeń w lokalizacjach handlowych i lekko uprzemysłowionych

Zagadnienia prawne - nadzór rynku

Urząd Komunikacji Elektronicznej

ul. Giełdowa 7/9

01-211 Warszawa



Urząd Komunikacji Elektronicznej (UKE) – urząd administracji rządowej, obsługujący Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej, będącego organem regulacyjnym w dziedzinie rynku usług telekomunikacyjnych i pocztowych (m.in. regulacja i kontrola z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej).

Zagadnienia prawne - nadzór rynku

Kampania pomiarowa ładowarek samochodowych

05 września 2025

Udostępnij



Ładowarki samochodowe stały się nieodłącznym wyposażeniem wielu pojazdów. Pozwalają utrzymać urządzenia mobilne w gotowości podczas jazdy, ale czy wszystkie są zgodne z wymaganiami? Spełnianie wymagań przez te urządzenia wpływa w istotny sposób na ich użytkowanie, dlatego też mając na uwadze rosnącą popularność jak i ilość dostępnych modeli na rynku Prezes UKE postanowił przeprowadzić kampanię pomiarową obejmującą tę kategorię wyrobów.

Najpierw weryfikacji poddano wymagania formalne, sprawdzono czy dla poszczególnych urządzeń :

1. producent wystawił deklarację zgodności,
2. dołączona jest instrukcja obsługi,
3. na wyrobie znajduje się oznakowanie zgodności CE,
4. producent oraz importer umieścili na wyrobie lub opakowaniu informacje o swoich danych teleadresowych,
5. na wyrobie znajdują się dane identyfikujące urządzenie.
6. czy dołączono do wyrobu informację o ograniczeniach w używaniu wyrobu.

Następnie, aby sprawdzić czy spełniają one określone dla nich wymagania wyroby te zostały poddane badaniom w Centralnym Laboratorium Badań Technicznych, gdzie stwierdzono zgodność pod względem wymagań technicznych wszystkich skontrolowanych w ramach kampanii modeli ładowarek.

Łącznie zespoły kontrolne UKE skontrolowały 10 modeli wyrobów, z czego 6 spełniło jednocześnie wymagania formalne i techniczne.

W wyniku interwencji Prezesa UKE, w przypadku trzech objętych kontrolą modeli urządzeń, podmioty kontrolowane usunęły niezgodności formalne, a jeden model urządzenia został wycofany z rynku i zutylizowany.

Kampania pomiarowa urządzeń grzewczych

28 maja 2024

Udostępnij



Wiele gospodarstw domowych korzysta z urządzeń grzewczych takich jak grzejniki ceramiczne, konwektorowe czy zestawy elektrycznego podgrzewania podłogowego. Mając na uwadze różnorodność oraz powszechność sprzętu służącego do ogrzewania domu, postanowiliśmy sprawdzić tą grupę wyrobów w ramach kampanii pomiarowej.

Kontrola polegała na sprawdzeniu m.in. czy dla poszczególnych urządzeń:

1. producent wystawił deklarację zgodności,
2. dołączona jest instrukcja obsługi,
3. na wyrobie znajduje się oznakowanie zgodności CE,
4. producent oraz importer umieścili na wyrobie lub opakowaniu informacje o swoich danych teleadresowych,
5. na wyrobie znajdują się dane identyfikujące urządzenie.
6. czy dołączono do wyrobu informację o ograniczeniach w używaniu wyrobu.

Łącznie zespoły kontrolne UKE skontrolowały 10 wyrobów, z czego 6 spełniło jednocześnie wymagania formalne i techniczne.

Wszystkie wyroby zostały poddane także badaniom laboratoryjnym w Centralnym Laboratorium Badań Technicznych UKE, gdzie sprawdziliśmy, czy spełniają określone dla nich wymagania.

Wszystkie sprawdzone urządzenia spełniały wymagania techniczne.

W wyniku interwencji Prezesa UKE podmioty kontrolowane podjęły działania naprawcze, co skutkowało usunięciem niezgodności formalnych w przypadku 4 wyrobów.

Zagadnienia prawne – dyrektywa EMC

Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej (**dyrektywa 2014/30/UE**), dotyczy aparatury rozumianej jako każde gotowe urządzenie lub ich kombinacje udostępnione na rynku jako pojedyncze jednostki funkcjonalne przeznaczone dla użytkownika końcowego i które mogą wytwarzać zaburzenia elektromagnetyczne, lub na których działanie takie zaburzenia mogą mieć wpływ. Dyrektywa EMC dotyczy także instalacji stacjonarnych rozumianych jako szczególną kombinację kilku rodzajów aparatury oraz, w stosownych przypadkach, innych urządzeń, które są montowane, instalowane i których przeznaczeniem jest stałe użytkowanie w z góry określonym miejscu. Implementacja dyrektywy EMC w Polsce:

- Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o kompatybilności elektromagnetycznej (Dz. U. Nr 82, poz. 556 ze zm.)
- Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz. U. z 2016 r. poz. 542 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 16 lipca 2004 r. Prawo telekomunikacyjne (tekst jednolity: Dz. U. z 2014 r. poz. 243 z późn. zm.)

Zagadnienia prawne – dyrektywa EMC

Dyrektywa 2014/30/UE (EMC) **nie obejmuje:**

- urządzeń objętych dyrektywą 1999/5/WE,
- produktów lotniczych, części i wyposażenia określonych w rozporządzeniu (WE) nr 216/2008,
- urządzeń radiowych stosowanych przez radioamatorów (chyba że są wprowadzane do obrotu),
- urządzeń, które nie emitują zakłóceń elektromagnetycznych i są odporne na typowe zaburzenia,
- specjalnie zaprojektowanych zestawów badawczych używanych wyłącznie w jednostkach B+R.

Zagadnienia prawne – dyrektywa EMC

- Normy zharmonizowane z Dyrektywą EMC (2014/30/UE) to europejskie standardy, które ułatwiają wykazanie zgodności produktów z przepisami UE dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej, czyli zdolności urządzeń do poprawnego działania w swoim otoczeniu oraz do niezakłócania pracy innych urządzeń. Aby znaleźć aktualny wykaz norm, należy wejść na stronę Komisji Europejskiej (ec.europa.eu) i wyszukać sekcję dotyczącą zharmonizowanych norm, a następnie wybrać konkretną dyrektywę EMC.

Deklaracja zgodności - dyrektywa EMC

Podmiot	Kiedy wystawia
Producent	Zawsze – to on ponosi odpowiedzialność za zgodność wyrobu z odpowiednimi dyrektywami i normami.
Upoważniony przedstawiciel producenta	Jeśli producent spoza UE, upoważnia pisemnie przedstawiciela w UE do wystawienia i podpisania deklaracji.
Importer	Jeśli sprowadza produkt spoza UE i producent nie ma przedstawiciela w UE – importer musi zapewnić, że deklaracja została sporządzona i przechowywana.
Dystrybutor	Nie wystawia deklaracji, ale musi sprawdzić, że produkt posiada oznakowanie CE i odpowiednią dokumentację.

Deklaracja zgodności - dyrektywa EMC

ZAŁĄCZNIK IV

Deklaracja zgodności UE (nr XXXX) ⁽¹⁾

1. Model aparatury/produkt (numer produktu, typu, partii, lub serii):
2. Nazwa i adres producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela:
3. Niniejsza deklaracja zgodności wydana zostaje na wyłączną odpowiedzialność producenta.
4. Przedmiot deklaracji (identyfikacja aparatury umożliwiająca odtworzenie jej historii; w razie konieczności identyfikacji aparatury może zawierać kolorową ilustrację o wystarczającej rozdzielczości):
5. Wymieniony powyżej przedmiot niniejszej deklaracji jest zgodny z odnośnymi wymaganiami unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego:
6. Odwołania do odnośnych norm zharmonizowanych, które zastosowano, wraz z datą normy, lub do innych specyfikacji technicznych, wraz z datą specyfikacji, w odniesieniu do których deklarowana jest zgodność:
7. W stosownych przypadkach jednostka notyfikowana ... (nazwa, numer) przeprowadziła ... (opis interwencji) i wydała certyfikat:
8. Informacje dodatkowe:

Podpisano w imieniu:

(miejsce i data wydania)

(nazwisko, stanowisko) (podpis)

Deklaracja zgodności - dyrektywa EMC

DEKLARACJA ZGODNOŚCI UE

NR [REDACTED]



Producent:
[REDACTED]

Niniejsza deklaracja zgodności wydana zostaje na wyłączną odpowiedzialność producenta.
LAMPY Z DIODAMI LED

o podstawowych parametrach 220-240V E27 G45 50-60Hz 1,3W

Wymieniony powyżej przedmiot niniejszej deklaracji jest zgodny z odpowiednimi wymaganiami unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego:

Dyrektywa (LVD) – 2014/35/EC

Dyrektywa (EMC) – 2014/30/EC

Dyrektywa (RoHS) – 2011/65/EC

wskazując, że zastosowano normy zharmonizowane wymienione poniżej:

PN-EN 62031:2010P+A1:2013-06E

Moduły LED do ogólnych celów oświetleniowych - Wymagania bezpieczeństwa

PN-EN 62471:2010P

Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych

PN-EN 62493:2015-11

Ocena sprzętu oświetleniowego związana z ekspozycją człowieka na działanie pól elektromagnetycznych

PN-EN 62560:2013-06E

Lampy samostatecznikowe LED do ogólnych celów oświetleniowych na napięcie > 50 V - Wymagania

bezpieczeństwa

PN-EN IEC 55015:2019-11

Poziomy dopuszczalne i metody pomiarów zaburzeń radioelektrycznych wytwarzanych przez elektryczne urządzenia oświetleniowe i urządzenia podobne

PN-EN IEC 61000-3-2:2019-04

Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 3-2: Poziomy dopuszczalne – Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika ≤ 16 A)

PN-EN 61000-3-3:2013-10E

Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC - Część 3-3: Poziomy dopuszczalne - Ograniczanie zmian napięcia, wahań napięcia i migotania światła w publicznych sieciach zasilających niskiego napięcia.

PN-EN 61547:2009E

Sprzęt do ogólnych celów oświetleniowych - Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej

PN-EN IEC 63000:2019-01

Dokumentacja techniczna do oceny produktów elektrycznych i elektronicznych w odniesieniu do ograniczenia substancji niebezpiecznych

W imieniu producenta podpisał:

[REDACTED]
05.03.2021

Podpis:



Problemy z EMC

- W 1967 roku u wybrzeży Wietnamu, samolot Marynarki Wojennej, F-4B Phantom, lądujący na lotniskowcu USS Forrestal, doświadczył niekontrolowanego wystrzelenia rakiety, która trafiła w pełni uzbrojony i zatankowany myśliwiec na pokładzie. Skutkiem eksplozji była, śmierć 134 marynarzy i poważne uszkodzenia lotniskowca i samolotów. Przyczyną wypadku było oświetlenie lądującego samolotu przez radar pokładowy.



Problemy z EMC

- We wczesnych latach istnienia systemów ABS, samochody Mercedes-Benz wyposażone w ABS miały poważne problemy z hamowaniem na pewnym odcinku niemieckiej autostrady. Hamulce były zakłócone przez pobliski nadajnik radiowy, gdy kierowcy naciskali na nie na zakrętach. Rozwiązaniem krótkoterminowym było ustawienie siatki wzdłuż jezdni w celu tłumienia zaburzeń elektromagnetycznych.
- 93-letnia ofiara zawału serca była przewożona do szpitala, a technik medyczny podłączył do pacjenta monitor/defibrylator. Ponieważ urządzenie wyłączało się za każdym razem, gdy technicy włączali nadajnik radiowy, aby poprosić o poradę medyczną, pacjent zmarł. Dochodzenie wykazało, że monitor/defibrylator był narażony na wyjątkowo wysokie promieniowanie, ponieważ dach karetki został zmieniony z metalowego na włókno szklane i wyposażony w antenę radiową dalekiego zasięgu.
- Wózki inwalidzkie z napędem elektrycznym wykonywały niezamierzone ruchy. Ruchy te obejmowały nagłe szarpnięcia, które powodowały, że wózki inwalidzkie zjeżdżały z krawężników lub pomostów, gdy w pobliżu wózków aktywowano nadajniki policji, straży pożarnej lub CB.

Podstawowe definicje

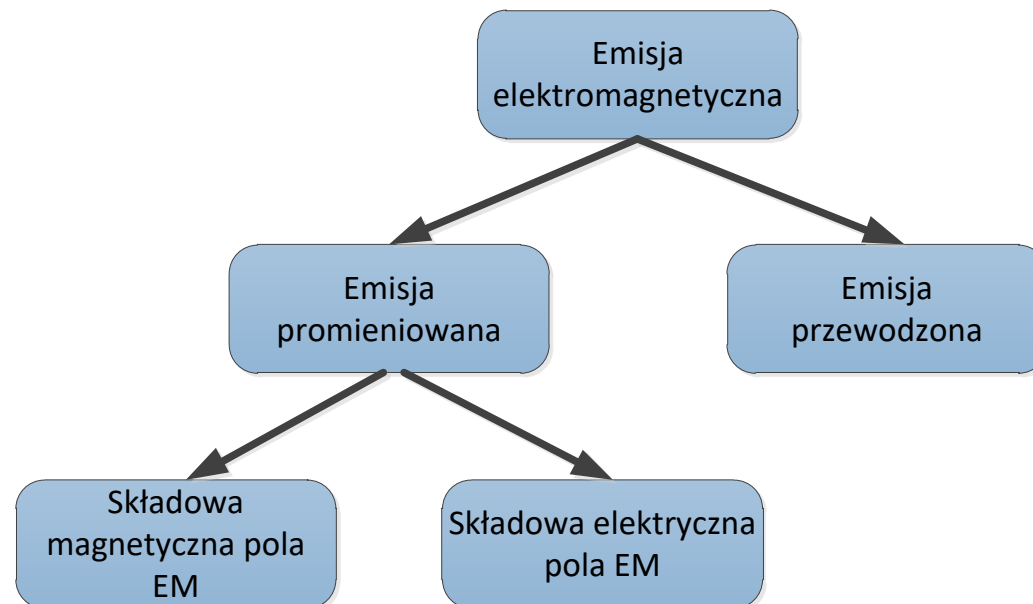
- **Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)** – Zdolność urządzenia do prawidłowego działania w swoim środowisku elektromagnetycznym bez wytwarzania zakłóceń, które wpływałyby na inne urządzenia.
- **Emisja** – Wydzielanie energii elektromagnetycznej przez urządzenie, może być przewodzona lub promieniowana.
- **Odporność** – Zdolność urządzenia do prawidłowego działania w obecności zaburzeń elektromagnetycznych.
- **Zaburzenia przewodzone** – Zaburzenia przemieszczające się wzdłuż przewodów, np. zasilających lub sygnałowych.
- **Zaburzenia promieniowane** – Zaburzenia rozchodzące się w przestrzeni jako fale elektromagnetyczne.
- **Harmoniczne** – Składowe częstotliwościowe będące wielokrotnością częstotliwości podstawowej, mogące powodować zakłócenia.

Podstawowe definicje

- **ESD (Electrostatic Discharge)** – Nagłe przepływy ładunku elektrostatycznego między obiektami o różnym potencjale.
- **Przebiecie (Surge / Transient)** – Krótkotrwała zmiana napięcia lub prądu, mogąca uszkodzić urządzenia lub zakłócić ich pracę.
- **Filtrowanie** – Stosowanie elementów elektronicznych w celu ograniczenia zaburzeń przewodzonych lub promieniowanych.
- **Ekranowanie** – Stosowanie przewodzących lub magnetycznych barier, aby zapobiec przenikaniu lub emisji zaburzeń.
- **Uziemienie (Ground)** – Połączenie elektryczne z ziemią lub potencjałem odniesienia w celu odprowadzania zakłóceń i zwiększenia bezpieczeństwa.
- **Testy EMC** – Procedury sprawdzające emisję i odporność urządzeń na zaburzenia przewodzone, promieniowane, ESD i przebiecia.

Podstawowe zjawiska EMC

- Zaburzenia elektromagnetyczne mogą być generowane przez urządzenia i instalacje elektryczne na dwa główne sposoby: emisja przewodzona i promieniowana. **Źródłem tych zaburzeń jest urządzenie!!**



Podstawowe zjawiska EMC

- Emisja przewodzona - zaburzenia elektromagnetyczne rozchodzące się wzdłuż przewodów zasilających lub sygnałowych.
- Najczęściej źródłem tych zakłóceń są przełączniki i układy elektroniczne w urządzeniach (np. zasilacze impulsowe), silniki elektryczne lub generatory.
- Mechanizm powstawania: nagłe zmiany prądu lub napięcia powodują powstawanie przepięć, harmoniczných i zaburzeń w przewodach.
- Zakłócenia te mogą powodować problemy w działaniu innych urządzeń podłączonych do tej samej sieci zasilającej.
- Zmniejszenie zaburzeń poprzez odpowiednie filtry RLC, ekranowanie, separacje.

Podstawowe zjawiska EMC

- Emisja promieniowana - zaburzenia emitowane w postaci fal elektromagnetycznych do otoczenia.
- Najczęściej źródłem tych zakłóceń są linie zasilające, przewody sygnałowe (działające jak anteny), układy cyfrowe (mikroprocesory, sterowniki PLC), silniki i transformatory przy dużych prądach.
- Mechanizm powstawania: nagłe zmiany prądu lub napięcia generują pole elektromagnetyczne, które może indukować zaburzenia w innych urządzeniach w pobliżu.
- Zaburzenia te mogą powodować interferencje w radiokomunikacji, zakłócenia w odbiornikach radiowych lub systemach bezprzewodowych.
- Zmniejszenie zaburzeń poprzez odpowiednie filtry RLC, ferryty, ekranowanie, separacje.

Podstawowe zjawiska EMC

- Zaburzenia przenikają do obwodu układu zakłócanego wówczas gdy istnieje jakiegokolwiek sprzężenie: galwaniczne, pojemnościowe lub indukcyjne.

Typ sprzężenia	Mechanizm	Droga przenikania	Przykład skutku
Galwaniczne	bezpośrednie połączenie	przewody, masa	przepływ prądów zakłócających
Pojemnościowe	pole elektryczne indukuje prąd	blisko ułożone przewody/PCB	interferencje w sygnałach
Indukcyjne	pole magnetyczne indukuje prąd	przewody równoległe, pętle	zakłócenia w liniach sygnałowych



Badania emisji i odporności

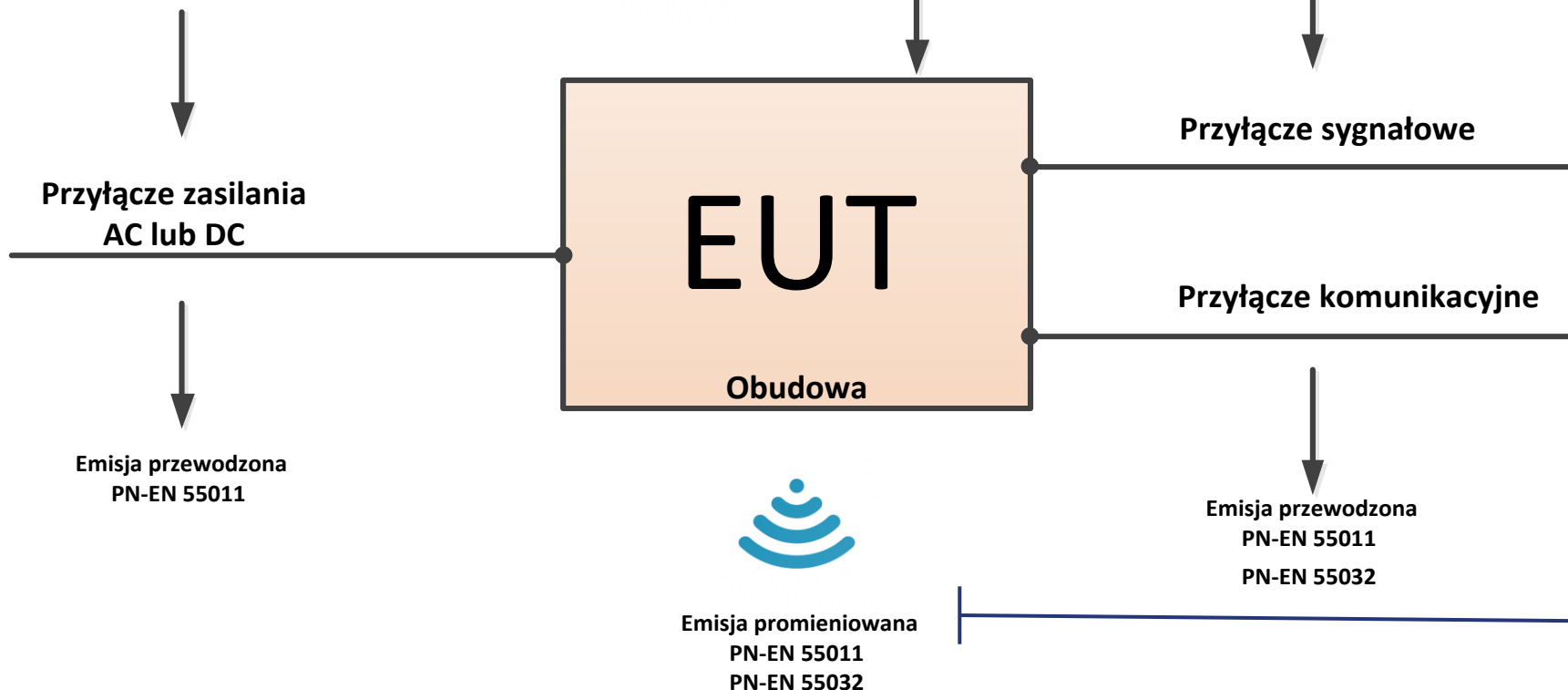
PN-EN 61000-4-3 – Odporność na promieniowane pole elektromagnetyczne RF
PN-EN 61000-4-8 – Odporność na pola magnetyczne o częstotliwości sieciowej

PN-EN 61000-3-2 – Emisja harmonicznego prądu
PN-EN 61000-3-3 – Migotanie i wahania napięcia (Flicker)
PN-EN 61000-4-4 – Odporność na szybkie stany przejściowe (EFT/Burst)
PN-EN 61000-4-5 – Odporność na udary (Surge)
PN-EN 61000-4-6 – Odporność na zaburzenia przewodzone RF
PN-EN 61000-4-11 – Odporność na zapady i przerwy napięcia (AC)
PN-EN 61000-4-29 – Odporność na zapady i przerwy napięcia (DC)



PN-EN 61000-4-2 – Odporność na wyładowania elektrostatyczne (ESD)

PN-EN 61000-4-4 – Odporność na szybkie stany przejściowe (EFT/Burst)
PN-EN 61000-4-5 – Odporność na udary (Surge)
PN-EN 61000-4-6 – Odporność na zaburzenia przewodzone RF



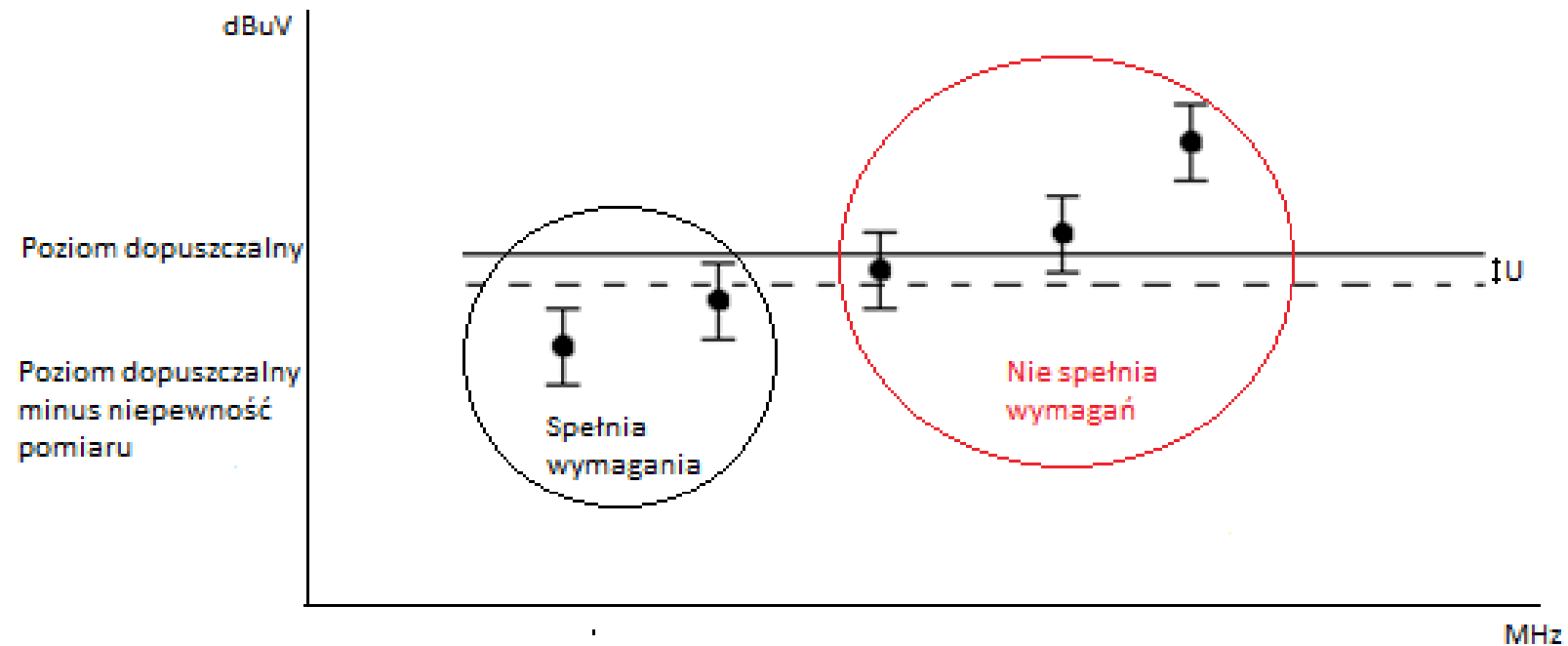
Warunki przeprowadzania badań – wymagania

- Uruchomione wszystkie podstawowe funkcje w reprezentatywnym trybie pracy,
- typowa konfiguracja instalacyjna,
- badanie z urządzeniami pomocniczymi (jeśli wymagane),
- dokładny opis trybu pracy i konfiguracji w raporcie,
- wybór najbardziej krytycznego trybu, jeśli nie można sprawdzić wszystkich,
- symulacja rzeczywistych warunków pracy (przyłącza, kable),
- urządzenia pomocnicze nie mogą wpływać na wynik,
- uwzględnienie wymaganych zabezpieczeń (np. bezpieczniki, filtry),
- warunki środowiskowe i napięcie w zakresie pracy urządzenia,
- uziemienie zgodnie z zaleceniami producenta.

Oprogramowanie testowe EUT

- **Badania emisji** wykonuje się z wykorzystaniem oprogramowania użytkowego EUT. Dopuszcza się jedynie takie modyfikacje oprogramowania, które służą wydłużeniu cyklu pracy EUT w celu przeprowadzenia pomiaru emisji. Nie wykonuje się żadnych modyfikacji oprogramowania w celu pomiaru zaburzeń krótkotrwałych.
- **Badania odporności** prowadzi się z użyciem oprogramowania użytkowego i/lub oprogramowania testowego. Oprogramowanie testowe powinno w sposób ciągły prezentować stan pracy EUT, z częstotliwością najlepiej w skali pojedynczych sekund. Status EUT należy rejestrować z oznaczeniem czasu, a obróbka danych powinna być zgodna z tą stosowaną w oprogramowaniu użytkowym.
- Zasadniczo, **badania EMC** powinny być realizowane z wykorzystaniem finalnej wersji oprogramowania użytkowego, przeznaczonej do dostarczenia użytkownikowi końcowemu. W przypadku badań odporności dopuszcza się również użycie oprogramowania serwisowego.

Ocena zgodności wyników badań emisji



Pomiar emisji zaburzeń przewodzonej

- Celem badań emisji przewodzonej jest sprawdzenie, czy urządzenie elektryczne lub elektroniczne nie wprowadza nadmiernych zaburzeń elektromagnetycznych do sieci zasilającej lub do innych przewodów sygnałowych.
- Zaburzenia te mają postać napięć i prądów o wysokiej częstotliwości, które mogą przenosić się przewodami do innych urządzeń podłączonych do tej samej instalacji.
- Badania emisji przewodzonej prowadzi się w zakresie częstotliwości od kilkudziesięciu kHz do 30 MHz, z wykorzystaniem specjalnych urządzeń pomiarowych – takich jak LISN (Line Impedance Stabilization Network).
- Celem testu jest potwierdzenie, że poziom zaburzeń nie przekracza dopuszczalnych wartości określonych w normach, dzięki czemu urządzenie może współpracować z innymi elementami systemu bez powodowania zakłóceń w ich pracy.

Pomiar emisji zaburzeń przewodzonej

Cel: sprawdzenie, czy urządzenie elektryczne lub elektroniczne nie wprowadza nadmiernych zaburzeń elektromagnetycznych do sieci zasilającej lub do innych przewodów sygnałowych

Stanowisko badawcze:

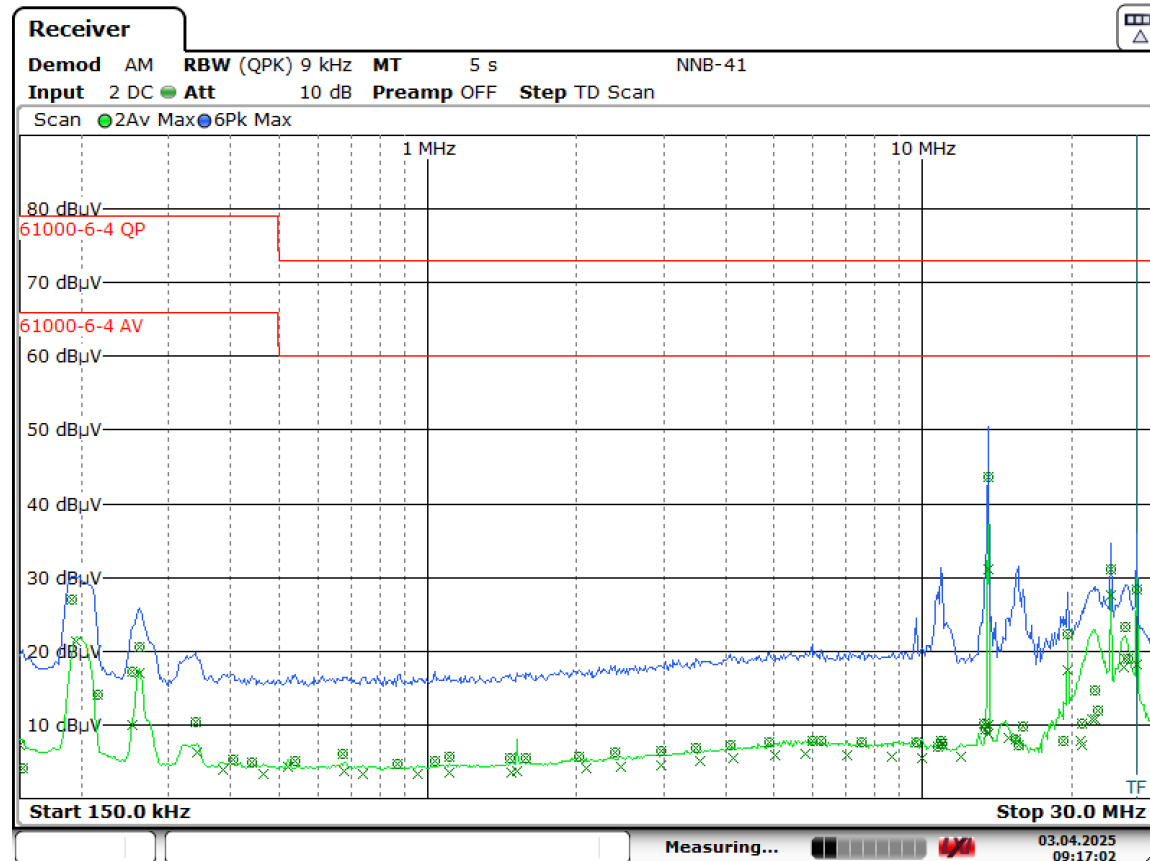
- Odbiornik pomiarowy, sieć sztuczna, sonda prądowa
- Zakres częstotliwości: 150 kHz – 30 MHz, RBW 9 kHz, Detektory quasi-peak i average



Pomiar emisji zaburzeń przewodzonej



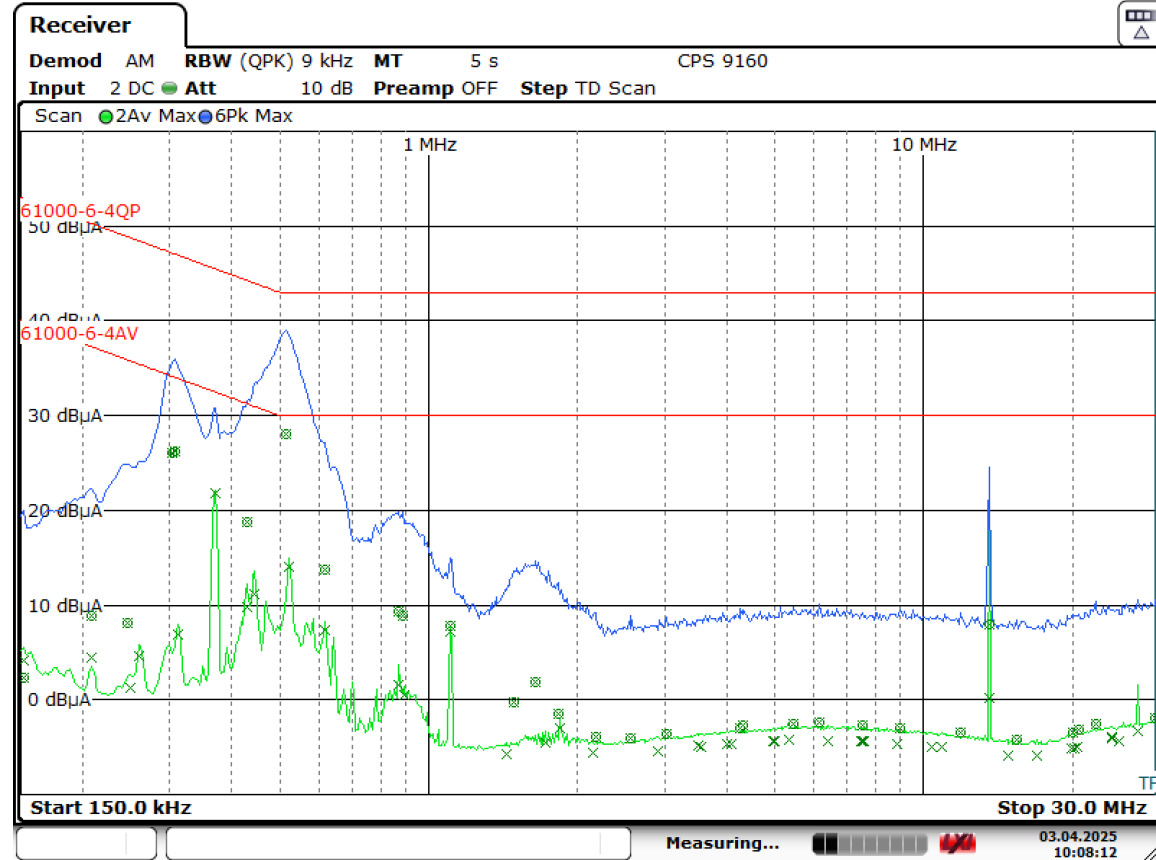
Pomiar emisji zaburzeń przewodzonej



rty

Date: 3.APR.2025 09:17:02

Pomiar emisji zaburzeń przewodzonej



rty

Date: 3.APR.2025 10:08:12

Pomiar emisji zaburzeń promieniowanych

- Celem badań emisji promieniowanej jest sprawdzenie, czy urządzenie nie emituje zaburzeń elektromagnetycznych w postaci fal radiowych, które mogłyby zakłócać pracę innych urządzeń elektronicznych w otoczeniu.
- Źródłem takich zaburzeń mogą być szybkie przełączenia prądów i napięć w obwodach urządzenia, które powodują powstawanie promieniowania elektromagnetycznego.
- Badania emisji promieniowanej wykonuje się zwykle w zakresie od 30 MHz do 1 GHz (do 6GHz) przy użyciu anten pomiarowych i odpowiednich odbiorników pomiarowych z wykorzystaniem komór w pełni bezodbciovych FAR, pół-bezodbciovych SAC czy otwartych poligonów pomiarowych (OATS).
- Celem testu jest potwierdzenie, że poziom promieniowanych zaburzeń mieści się w granicach określonych w normach, aby urządzenie mogło pracować w danym środowisku elektromagnetycznym bez ryzyka zakłócania pracy innych urządzeń elektronicznych.

Pomiar emisji zaburzeń promieniowanych

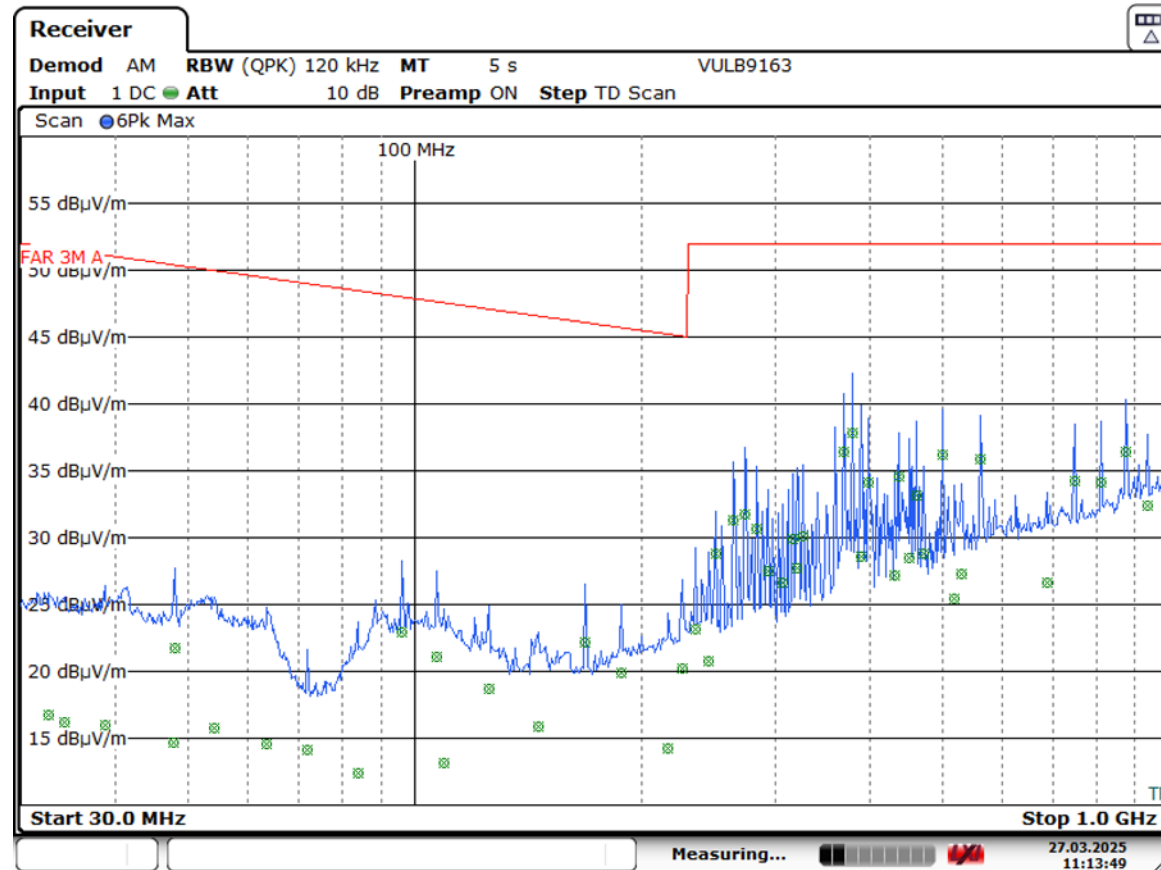
Cel: sprawdzenie, czy urządzenie nie emituje nadmiernych zaburzeń elektromagnetycznych w postaci fal radiowych

Stanowisko badawcze:

- Odbiornik pomiarowy, komora FAR, SAC lub OATS
- Zakres częstotliwości: 30 MHz do 1 GHz (6GHz), RBW 120 kHz, Detektor quasi-peak
- Antena w polaryzacji pionowej i poziomej, obrót EUT 0 ° do 360°



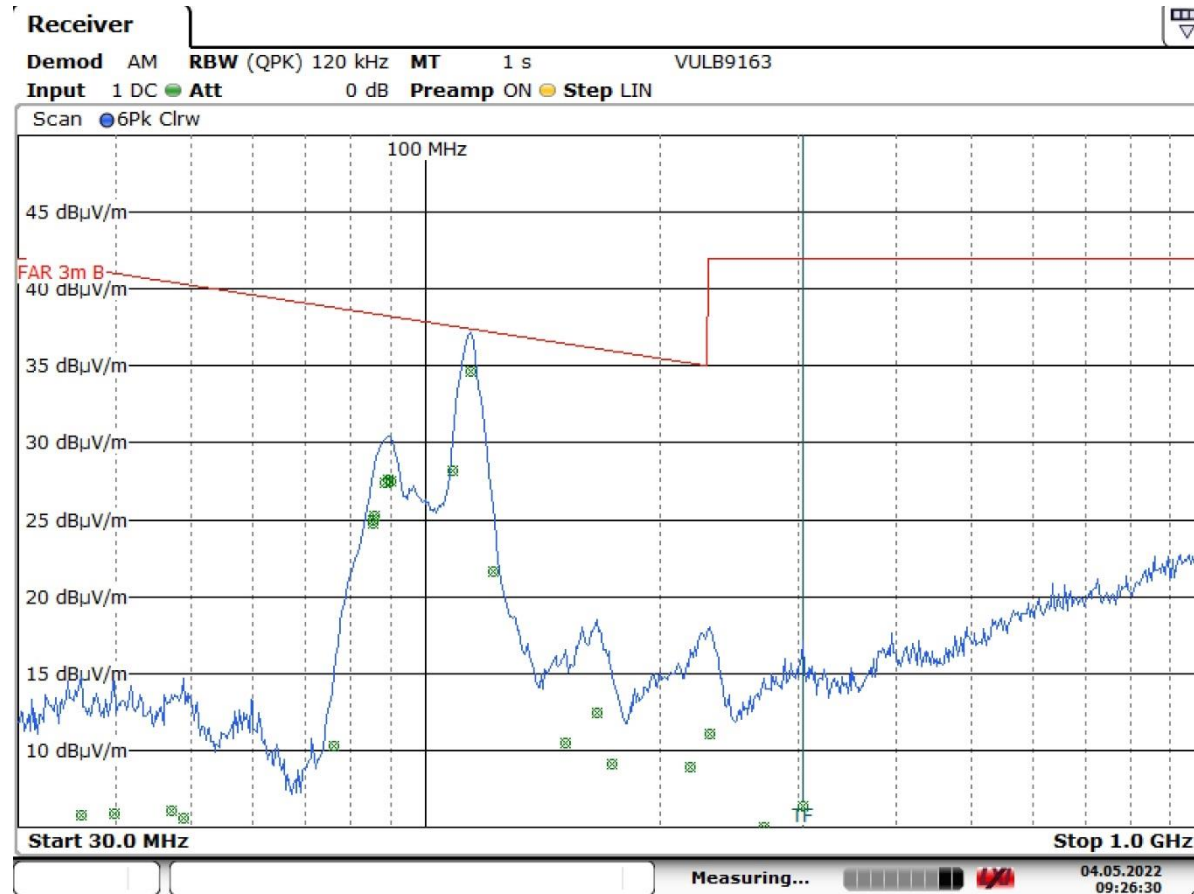
Pomiar emisji zaburzeń promieniowanych



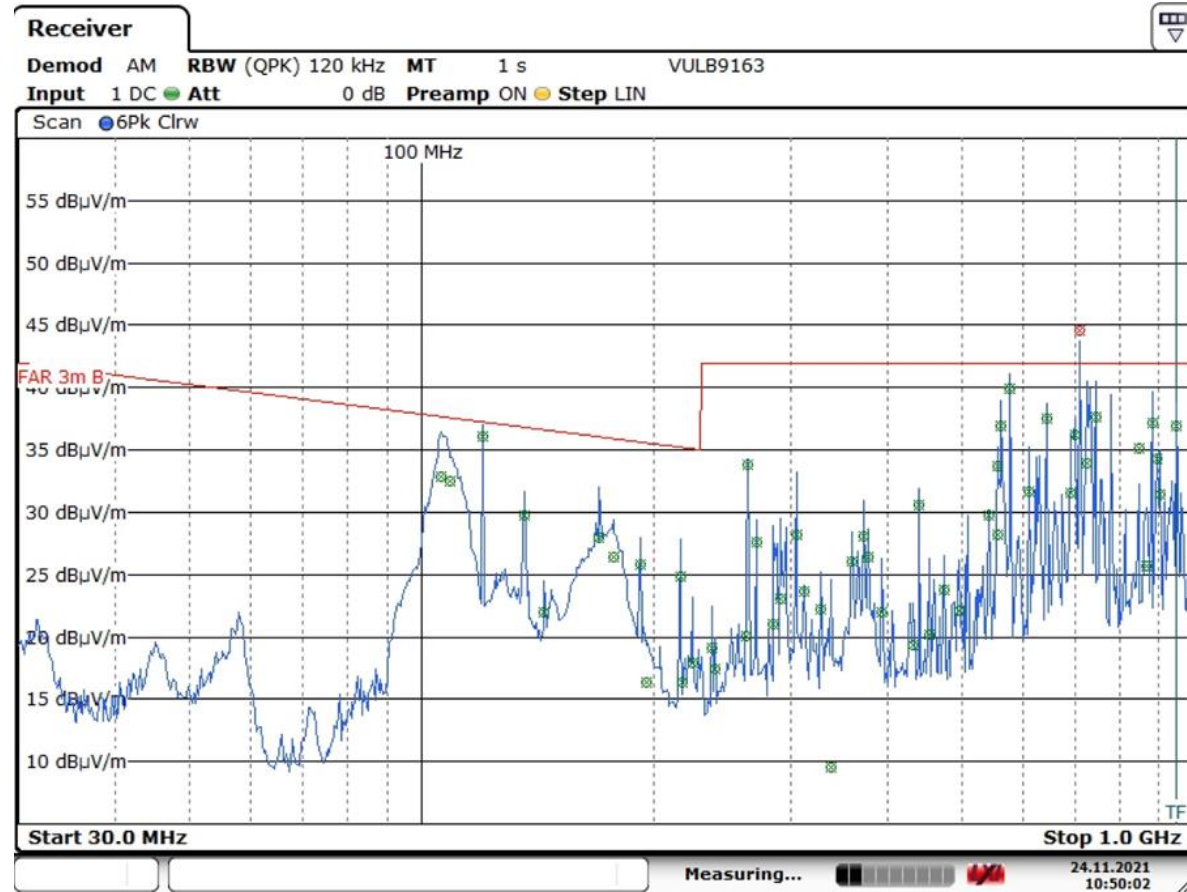
rtv

Date: 27.MAR.2025 11:13:49

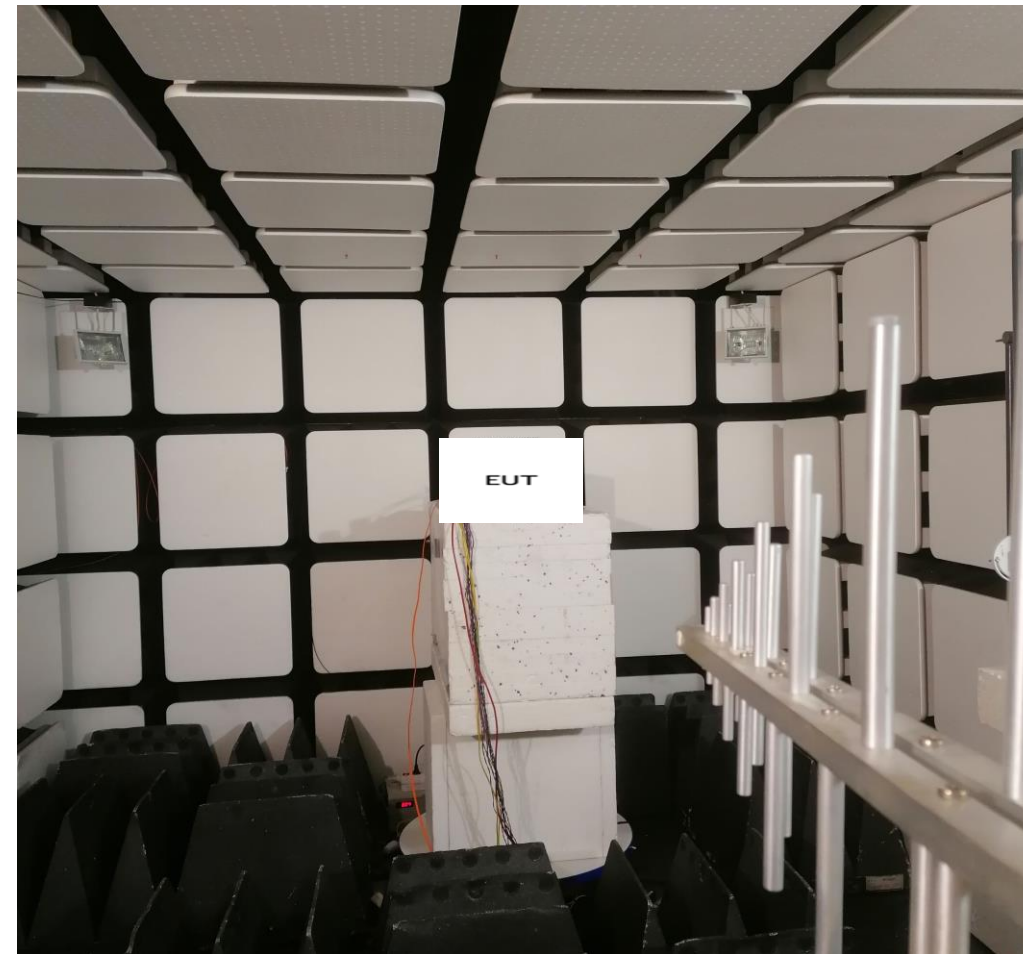
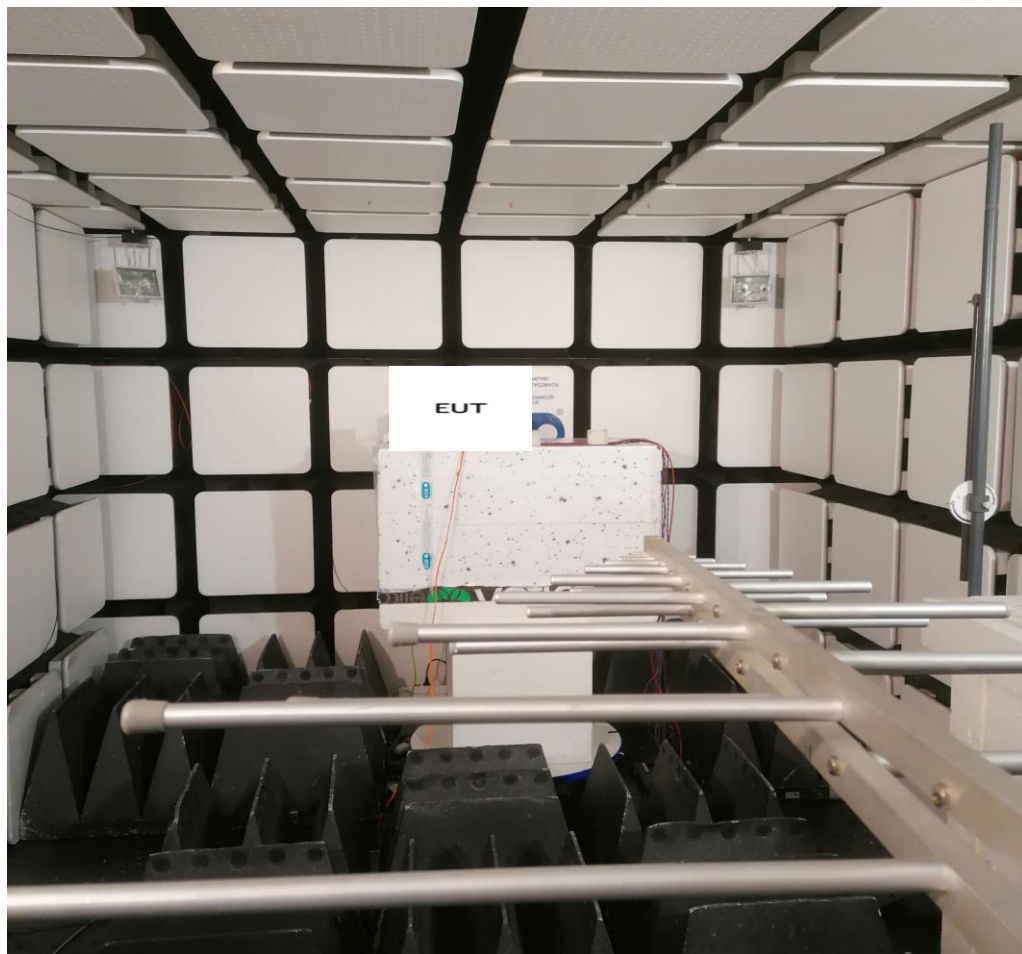
Pomiar emisji zaburzeń promieniowanych



Pomiar emisji zaburzeń promieniowanych



Pomiar emisji zaburzeń promieniowanych



Ogólne kryteria oceny działania EUT podczas badań odporności

Podczas badań odporności należy uwzględnić m.in.:

- istotne rodzaje pracy i stany urządzenia (spoczynek, tryb pomiar itp.),
- wszystkie elementy składowe urządzenia (wyświetlacz, elementy wykonawcze itp.),
- jakość wykonywania programu (czy są jakieś błędy, niezamierzone operacje?),
- jakość wyświetlania i transmisji danych,

Ogólne kryteria oceny działania EUT podczas badań odporności – kryterium A

Urządzenie powinno:

- kontynuować pracę w przewidywany sposób bez interwencji operatora,
- nie wykazywać degradacji parametrów ani utraty funkcji poniżej poziomu określonego przez producenta,
- działać zgodnie z przeznaczeniem

Jeżeli producent nie określa minimalnego poziomu działania → przyjmuje się to z dokumentacji i przewidywań użytkownika.

Ogólne kryteria oceny działania EUT podczas badań odporności – kryterium B

Podczas badania:

- dopuszczalne obniżenie parametrów technicznych,
- niedopuszczalna utrata danych lub zmiana stanu pracy!!!!!!.
- Po badaniu:
- urządzenie powinno kontynuować pracę bez interwencji operatora.

Jeśli brak danych producenta → poziom działania wyznacza się z dokumentacji i rozsądnych oczekiwań użytkownika.

Ogólne kryteria oceny działania EUT podczas badań odporności – kryterium C

Podczas badania:

- dopuszczalne obniżenie parametrów technicznych,
- dopuszczalna utrata funkcji.

Po badaniu:

- samoczynne odzyskanie lub możliwości przywrócenia przez użytkownika (zgodnie z instrukcją obsługi) funkcji urządzenia,
- funkcje i informacje w pamięci nieulotnej (np. bateryjnej) nie mogą być utracone!!!!

Badania odporności na wyładowania elektrostatyczne (ESD) – PN-EN 61000-4-2

- Elektryczność statyczna może zdefiniować jako występowanie niezrównoważonego ładunku elektrycznego na powierzchni materiałów o małej przewodności – na przykład na plastiku, szkłe, czy innych dielektrykach – albo na przewodnikach, które nie mają połączenia z ziemią.
- Nagromadzone ładunki mogą powodować powstawanie pól elektrycznych. Im większy zgromadzony ładunek tym bardziej niebezpieczne wyładowanie elektrostatyczne, jakie może nastąpić przy zetknięciu z innym obiektem.
- Zjawisko to znamy z codziennych doświadczeń – na przykład gdy naelektryzujemy się przechodząc po dywanie i dotykamy metalowej klamki. W technice ESD może zakłócać pracę urządzeń elektronicznych, a nawet je uszkadzać.
- Wszystkie urządzenia elektryczne oraz elektroniczne mogą podlegać wyładowaniom elektrostatycznym. Wpływ na to mają warunki środowiskowe takie jak wilgotność powietrza, czy zastosowanie w pomieszczeniach materiałów z włókien sztucznych itp.

Badania odporności na wyładowania elektrostatyczne (ESD) – PN-EN 61000-4-2

Cel: symulacja wpływu wyładowań elektrostatycznych na EUT

Stanowisko badawcze:

- generator ESD (symulator)
- płaszczyzna pozioma (HCP) i pionowa (VCP), rezystory rozładowcze $2 \times 470 \text{ k}\Omega$ + materiał izolacyjny
- Metody badań:
 - wyładowanie kontaktowe (do EUT, VCP, HCP)
 - wyładowanie powietrzne (do elementów izolowanych)
- Typowe poziomy probiercze: 2 kV – 15 kV



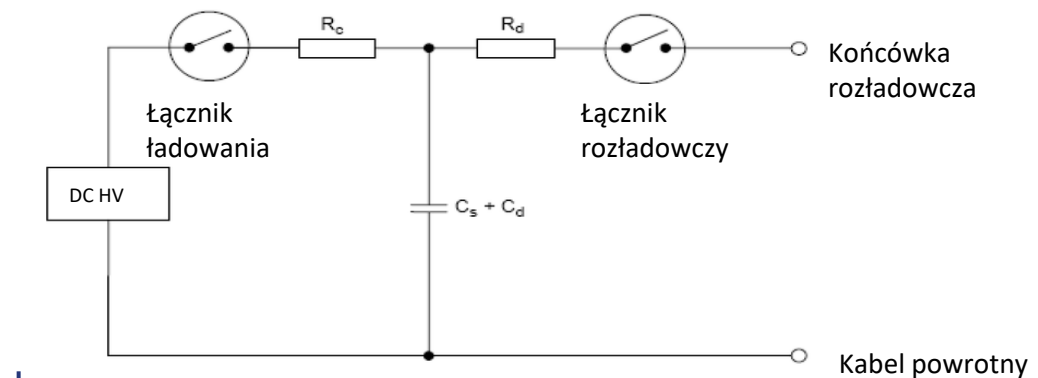
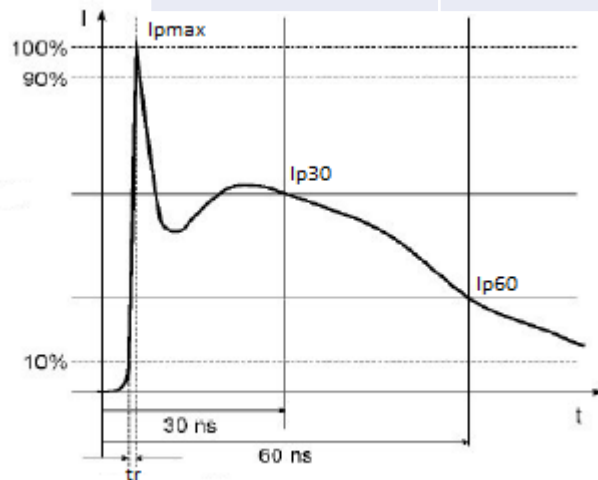
Badania odporności na wyładowania elektrostatyczne (ESD) – PN-EN 61000-4-2

Poziomy probiercze badań odporności na wyładowania elektrostatyczne

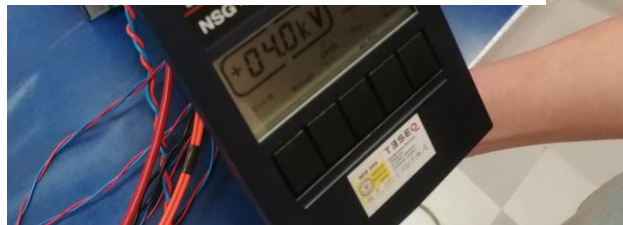
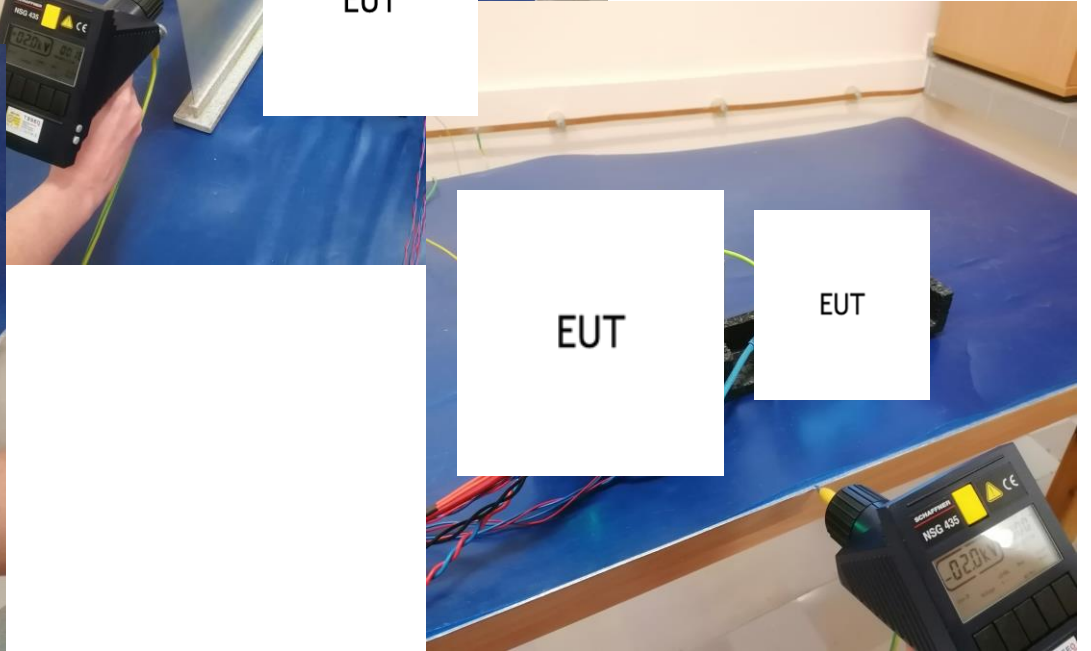
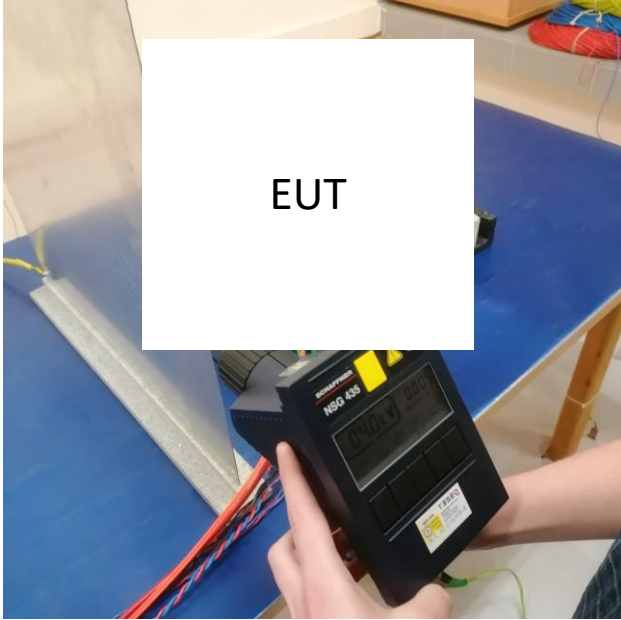
Poziom	Napięcie wyładowania kontaktowego, kV	Napięcie wyładowania w powietrzu, kV
1	2	2
2	4	4
3	6	8
4	8	15
X	specjalne	specjalne

Badania odporności na wyładowania elektrostatyczne (ESD) – PN-EN 61000-4-2

Poziom	Napięcie wskazywane U, kV	Pierwsza wartość szczytowa prądu ($\pm 15\%$) I_{pmax} , A	Czas narastania ($\pm 25\%$) t_r , ns	Prąd po 30 ns ($\pm 30\%$) I_{p30} , A	Prąd po 60 ns ($\pm 30\%$) I_{p60} , A
1	2	7,5	0,8	4	2
2	4	15	0,8	8	4
3	6	22,5	0,8	12	6
4	8	30	0,8	16	8



Badania odporności na wyładowania elektrostatyczne (ESD) – PN-EN 61000-4-2



Badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-3

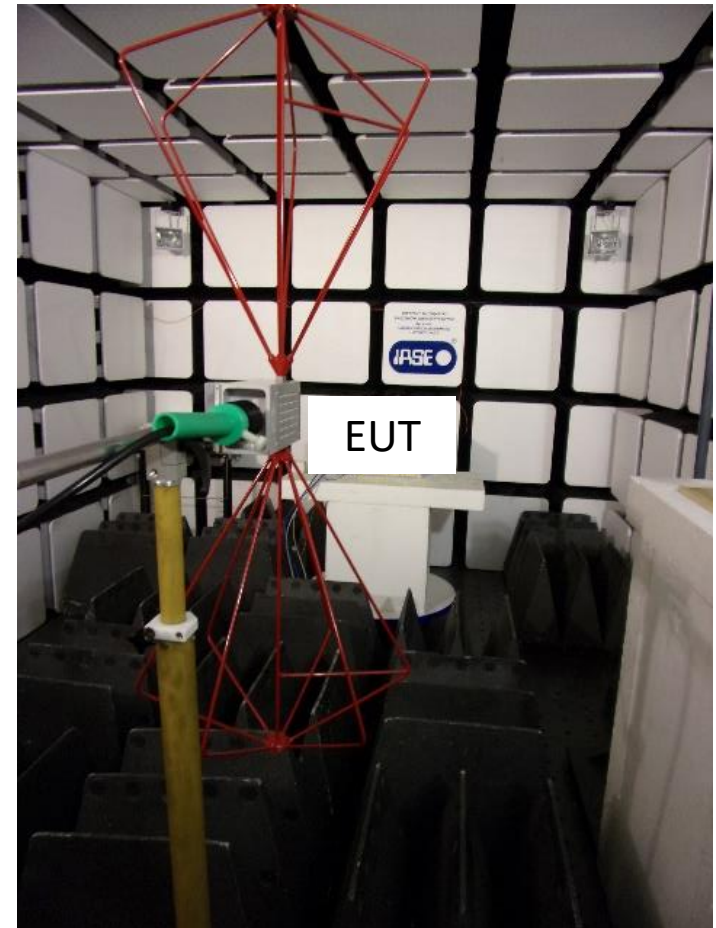
- Promieniowane pole elektromagnetyczne o częstotliwościach radiowych można zdefiniować jako zjawisko rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w przestrzeni, które mogą oddziaływać na urządzenia elektryczne i elektroniczne. Źródłem takich pól są między innymi nadajniki radiowe i telewizyjne, stacje bazowe telefonii komórkowej, systemy Wi-Fi, Bluetooth, a także radary czy urządzenia przemysłowe i medyczne.
- Energia pola elektromagnetycznego może sprzęgać się z obwodami urządzeń, przewodami lub obudową, powodując zakłócenia działania, utratę funkcji lub błędne wyniki pracy. W codziennym życiu przykładem jest telefon komórkowy zakłócający głośniki czy aparaturę medyczną.
- Każde urządzenie elektryczne oraz elektroniczne, które pracuje w otoczeniu źródeł emisji radiowej, może być podatne na takie zaburzenia. Skala narażeń zależy od natężenia pola, częstotliwości oraz odległości od źródła emisji, a także od konstrukcji samego urządzenia.

Badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-3

Cel: symulacja wpływu pola elektromagnetycznego RF na EUT

Stanowisko badawcze:

- komora bezodbiciowa wraz z aparaturą do generacji pola (generator sygnałowy, wzmacniacz mocy, miernik mocy, antena nadawcza, system sterowania oraz izotropowa sonda pomiarowa do pomiaru pola)
- Typowe poziomy probiercze: $1,3i 10$ V/m
- Zakres częstotliwości: 80 MHz – 6 GHz,
- Modulacja: sygnał sinusoidalny 1kHz z modulacją AM 80%

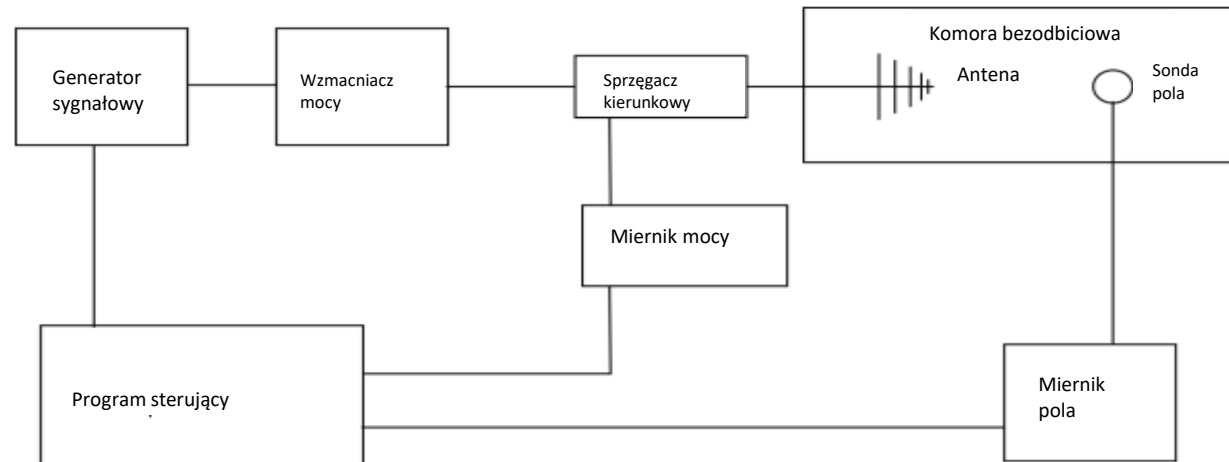
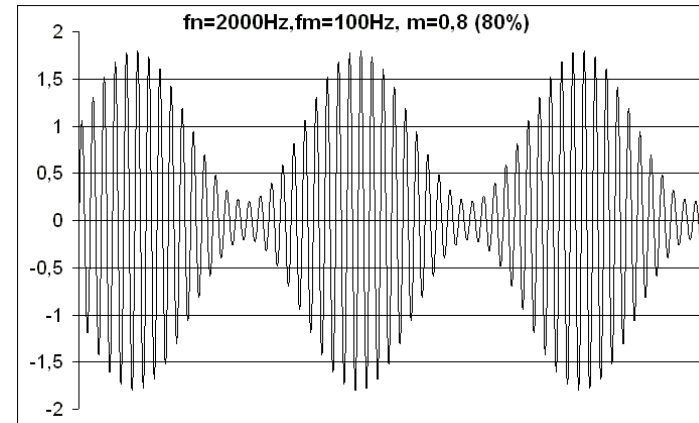
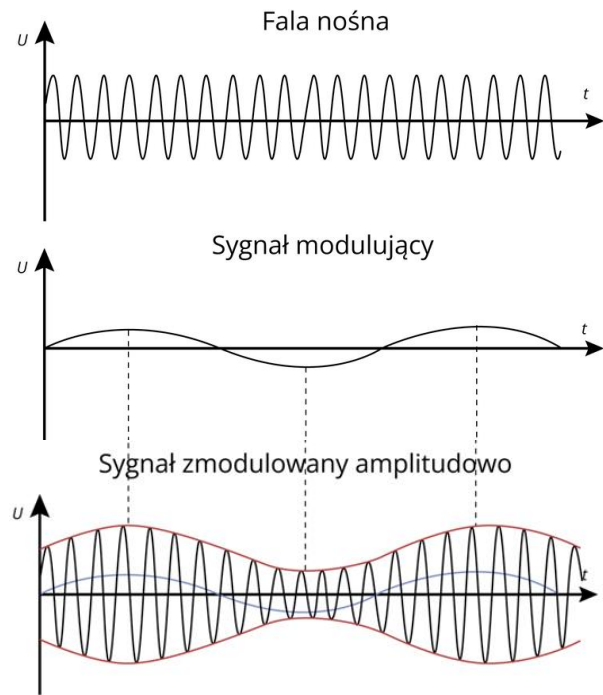


Badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-3

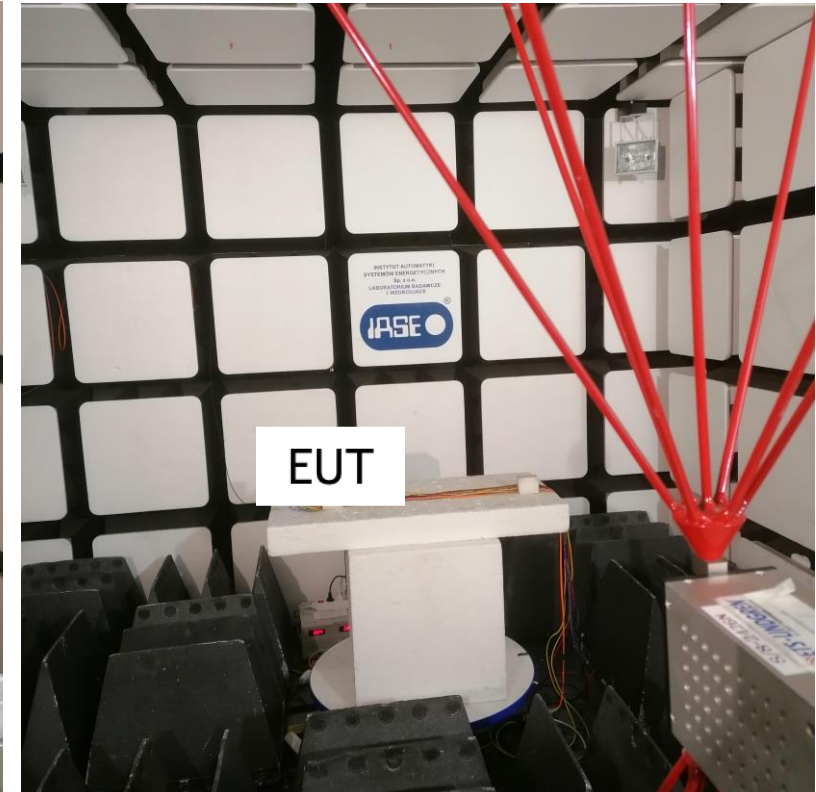
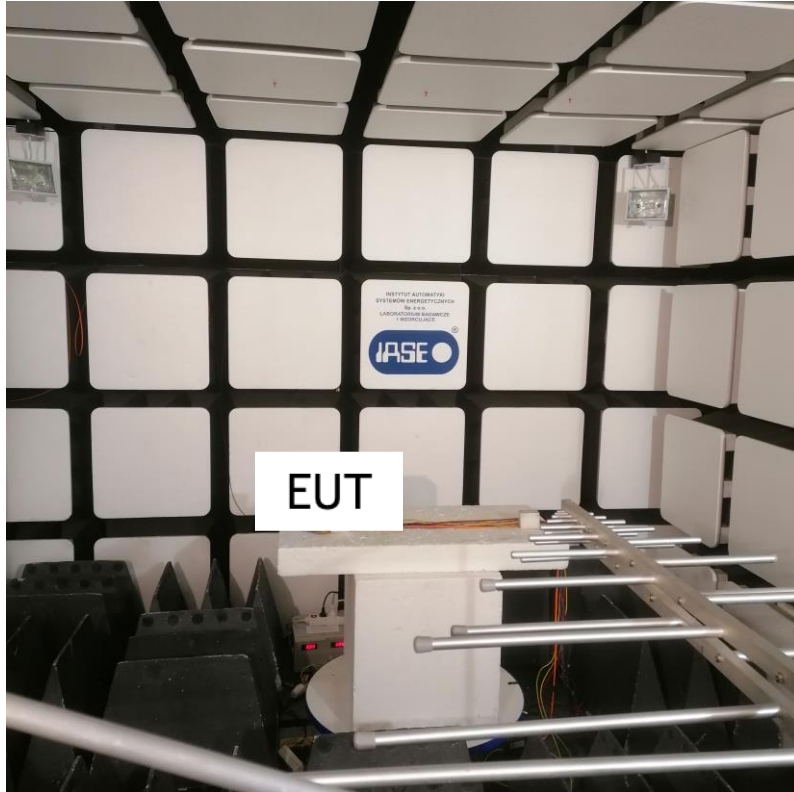
Poziomy testowe badania odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej

Poziom	Natężenie pola, V/m
1	1
2	3
3	10
4	30
X	specjalne

Badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-3



Badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-3



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

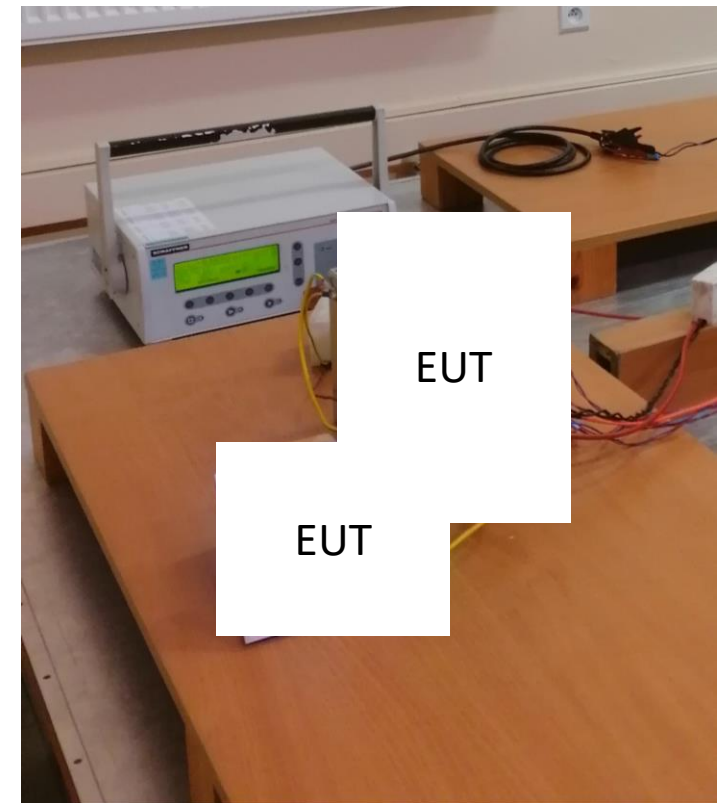
- Szybkie stany przejściowe (EFT/Burst) można zdefiniować jako serię krótkich impulsów napięciowych o dużej stromości, które pojawiają się na liniach zasilania i sygnałowych w wyniku przełączania obciążeń indukcyjnych, iskrzenia w stykach łączników czy pracy urządzeń z przekształtnikami energoelektronicznymi.
- Impulsy mają bardzo krótki czas narastania (pojedyncze ns) i występują w postaci pakietów (75 impulsów w paczce), które mogą zakłócać pracę układów elektronicznych – powodować błędy transmisji, resetowanie urządzeń lub chwilową utratę funkcji.
- W codziennym środowisku takie zaburzenia mogą powstawać np. przy przełączeniach dużych obciążeń, działania przekaźników i pracy urządzeń indukcyjnych. Każde urządzenie elektryczne i elektroniczne podłączone do sieci zasilającej lub do długich linii sygnałowych może być narażone na tego typu zakłócenia.

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

Cel: symulacja wpływu szybkich elektrycznych stanów przejściowych na EUT

Stanowisko badawcze:

- Generator szybkich elektrycznych stanów przejściowych wraz z układem sprzęgająco-odsprzęgającym, ziemia odniesienia.
- Typowe poziomy probiercze: 0,5kV do 4 kV
- Zakres częstotliwości: częstotliwości serii impulsów: 5 kHz lub 100 kHz



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

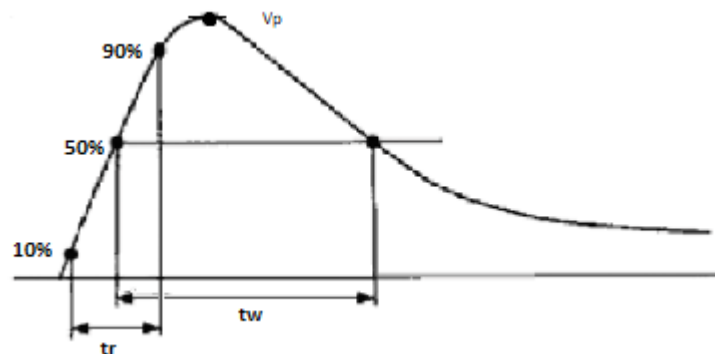
Poziomy testowe badania odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – dla obwodu otwartego generatora

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

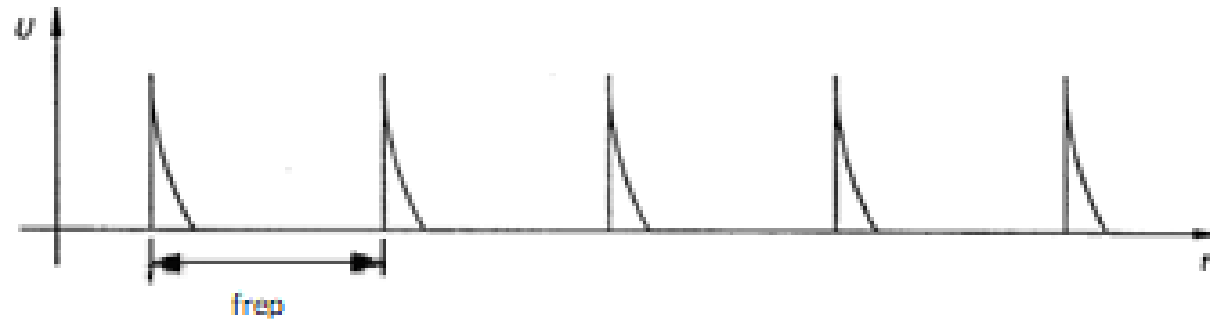
Parametr mierzony	Wartość spodziewana	Zakres tolerancji
Kształt impulsu na wyjściu obciążonym 50 Ω		
Czas narastania/opadania t_r	5,0 ns	$\pm 1,5$ ns
Szerokość impulsu t_w	50 ns	± 15 ns
Napięcie szczytowe V_p	V_p (50 Ω)	± 10 %
Kształt impulsu na wyjściu obciążonym 1000 Ω		
Czas narastania/opadania t_r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

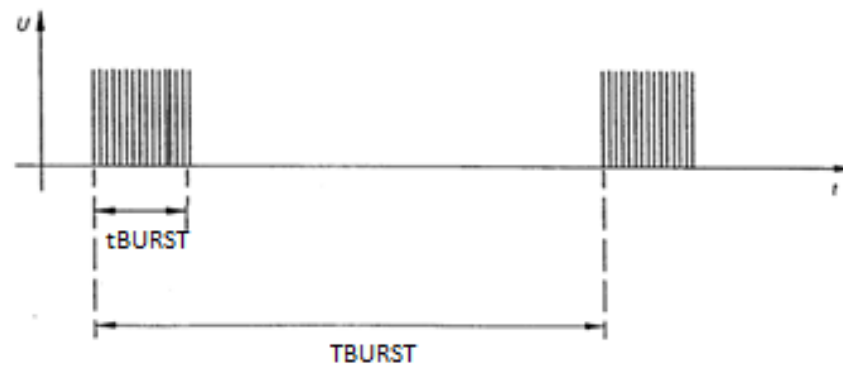
Parametr mierzony	Wartość spodziewana	Zakres tolerancji
Częstotliwość impulsów w serii f_{rep} :		
2,5 kHz	2,5 kHz	±20 %
5 kHz	5 kHz	
100 kHz	100 kHz	



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

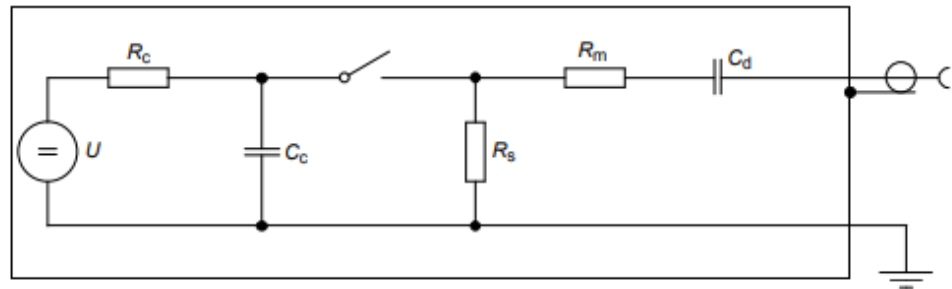
Poziomy testowe badania odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – dla obwodu otwartego generatora

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

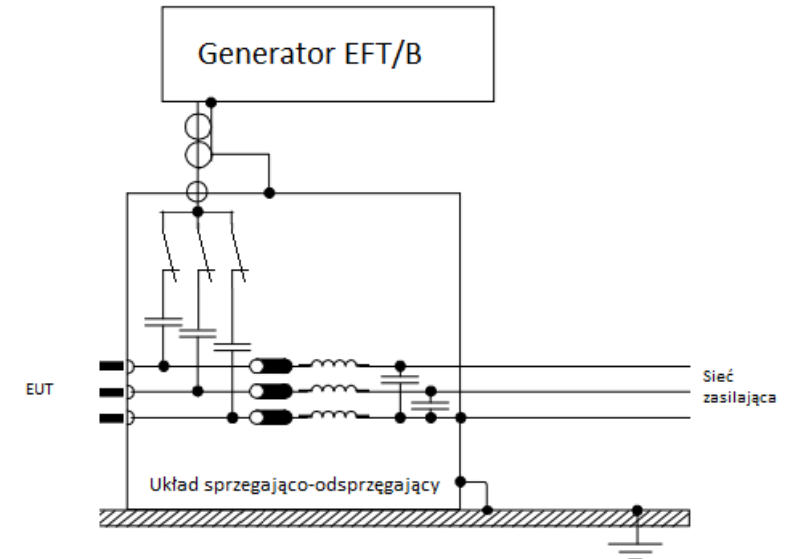


Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe – PN-EN 61000-4-4

Budowa generatora EFT/B



Budowa CDN 1fazowego



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



Badanie odporności na udary – PN-EN 61000-4-5

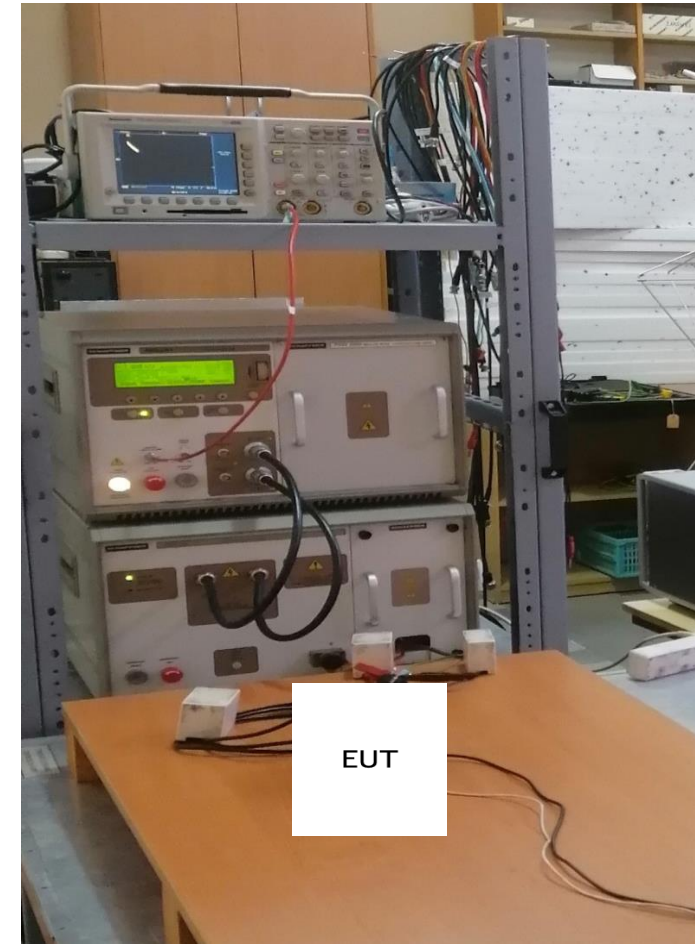
- Przepięcia (Surge) można zdefiniować jako krótkotrwałe impulsy napięciowe o dużej energii, które pojawiają się w sieci zasilającej lub na liniach sygnałowych w wyniku zjawisk takich jak wyładowania atmosferyczne (bezpośrednie lub pośrednie), łączenia dużych obciążeń czy przełączania w sieciach elektroenergetycznych. Impulsy te charakteryzują się stosunkowo wolniejszym narastaniem (kilka μs) i dłuższym czasem trwania (dziesiątki–setki μs) przenoszą znacznie większą energię i mogą powodować trwałe uszkodzenia elementów elektronicznych.
- W praktyce mogą prowadzić do przebicia izolacji, zniszczenia układów zasilania, uszkodzeń portów komunikacyjnych lub zaburzeń pracy urządzeń elektronicznych. Źródłem takich zakłóceń w codziennym środowisku są m.in. uderzenia piorunów w linie elektroenergetyczne, przełączanie transformatorów, wyłączanie dużych silników czy awarie w sieci.

Badanie odporności na udary – PN-EN 61000-4-5

Cel: ocena odporności badanego urządzenia na wyładowania udarowe pochodzące od wyładowań atmosferycznych, działania styczników lub przełączników w tej samej sieci zasilającej.

Stanowisko badawcze:

- ▶ Generator udarów wraz z układem sprzęgająco-odsprzęgającym, ziemia odniesienia.
- ▶ Typowe poziomy probiercze: 0,5kV do 4 kV
- ▶ Typowa impedancja: 2Ω dla sprzężeń L-N, 12Ω dla sprzężeń L-PE, N-PE
- ▶ Czas generacji udarów: 60s, synchronizacja dla kątów fazowych $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$



Badanie odporności na udary – PN-EN 61000-4-5

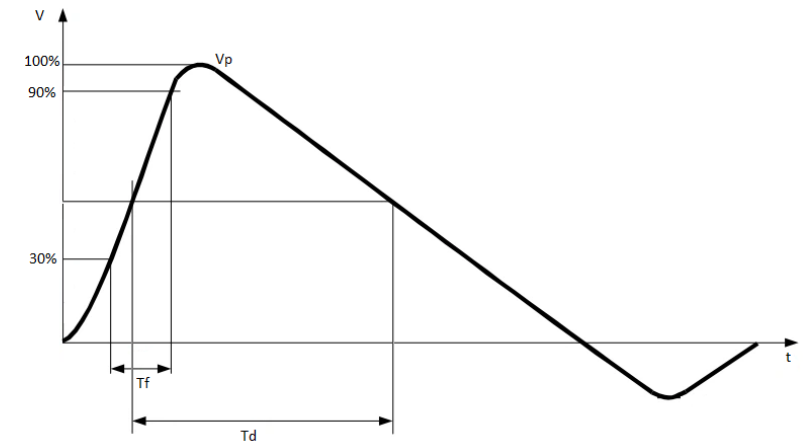
Poziomy testowe badania odporności na udary – dla obwodu otwartego generatora

Poziom	Sprężenie	
	Linia-Linia, kV	Linia-Ziemia, kV
1	-	0,5
2	0,5	1
3	1	2
4	2	4
X	specjalne	specjalne

Badanie odporności na udary – PN-EN 61000-4-5

Poziomy testowe badania odporności na udary – dla obwodu otwartego generatora i CDN o prądzie znamionowym do 16A

Poziom	Impedancja	Wartość napięcia obwodu otwartego($\pm 10\%$) V_p , kV,	Czas trwania czoła udaru T_f ($\pm 30\%$), μs	Czas trwania udaru T_d , μs
1	2 Ω (L-N) 2 Ω generator/ 18 μF CDN	0,5	1,2	50 (+10 μs / -10 μs)
2		1		
3		2		
4		4		
5	12 Ω (L-PE, N-PE) 2 Ω generator/ 9 μF + 10 Ω CDN	0,5		50 (+10 μs / -25 μs)
6		1		
7		2		
8		4		



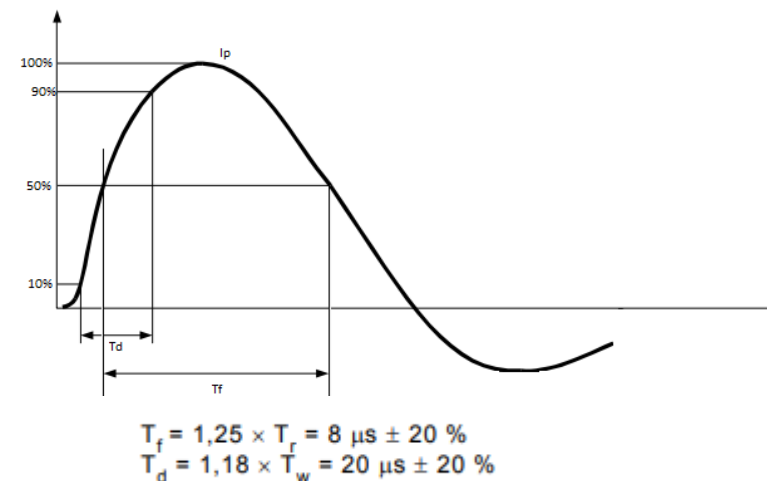
$$T_f = 1,67 \times T = 1,2 \mu s \pm 30 \%$$

$$T_d = T_w = 50 \mu s \pm 20 \%$$

Badanie odporności na udary – PN-EN 61000-4-5

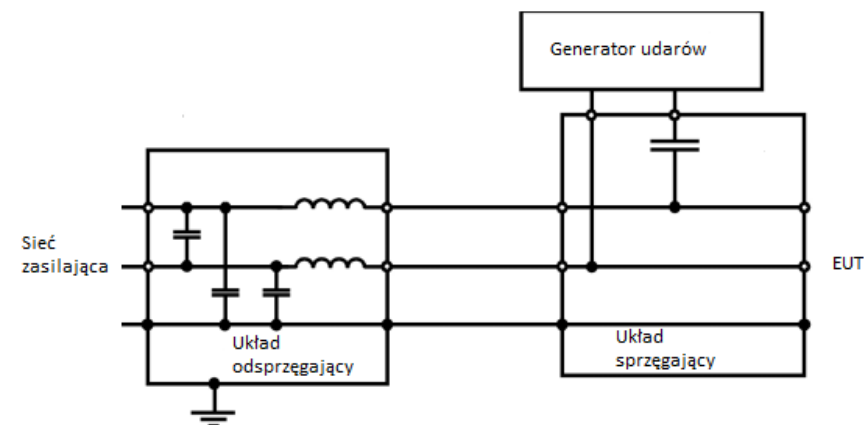
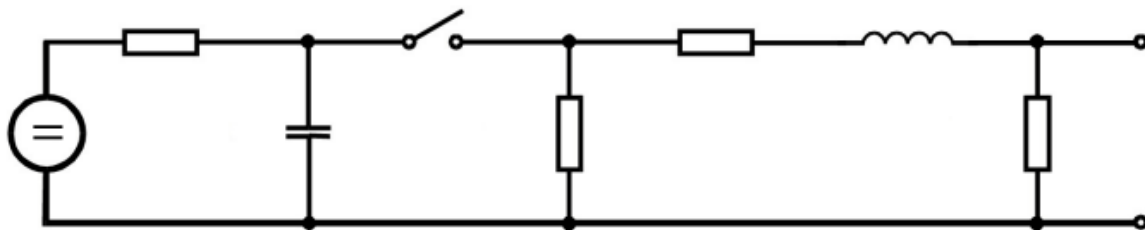
Poziomy testowe badania odporności na udary – dla obwodu zwartego generatora i CDN o prądzie znamionowym do 16A

Poziom	Impedancja	Wartość prądu zwarciovego ($\pm 10\%$) I_p kA,	Czas trwania czoła udaru T_f , μs	Czas trwania udaru T_d , ($\pm 20\%$), μs
1	2 Ω (L-N) 2 Ω generator/ 18 μF CDN	0,250	8 ($\pm 20\%$)	20 ($\pm 20\%$)
2		0,50		
3		1,0		
4		2,0		
5	12 Ω (L-PE, N-PE) 2 Ω generator/ 9 μF + 10 Ω CDN	41,70	2,5 ($\pm 30\%$)	25 ($\pm 30\%$)
6		83,30		
7		166,70		
8		333,30		

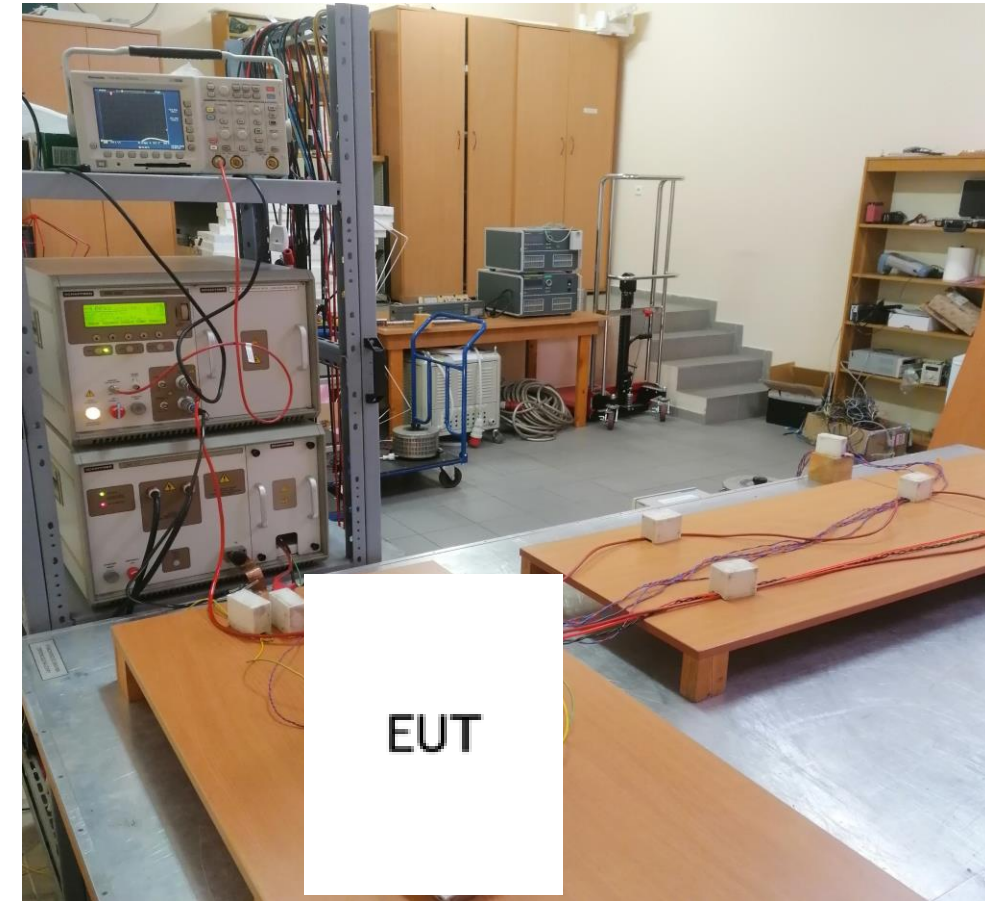
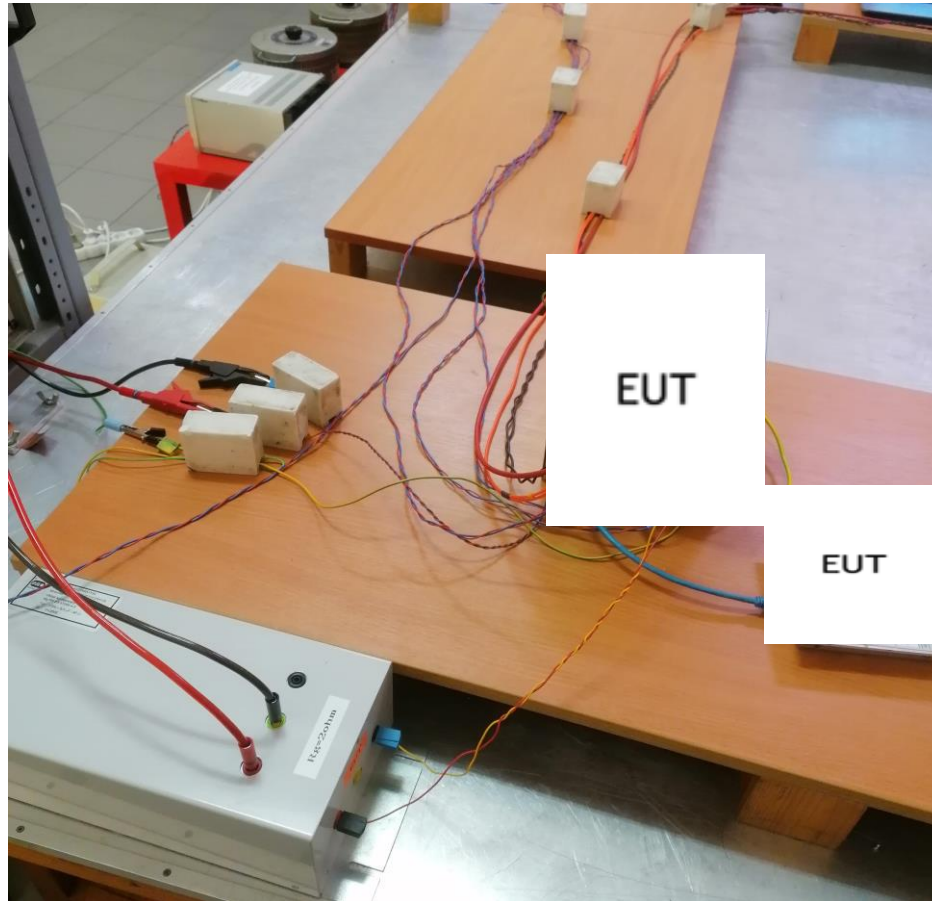


Badanie odporności na udary – PN-EN 61000-4-5

Poziomy testowe badania odporności na udary – dla obwodu otwartego generatora



Badanie odporności na udary – PN-EN 61000-4-5



Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6

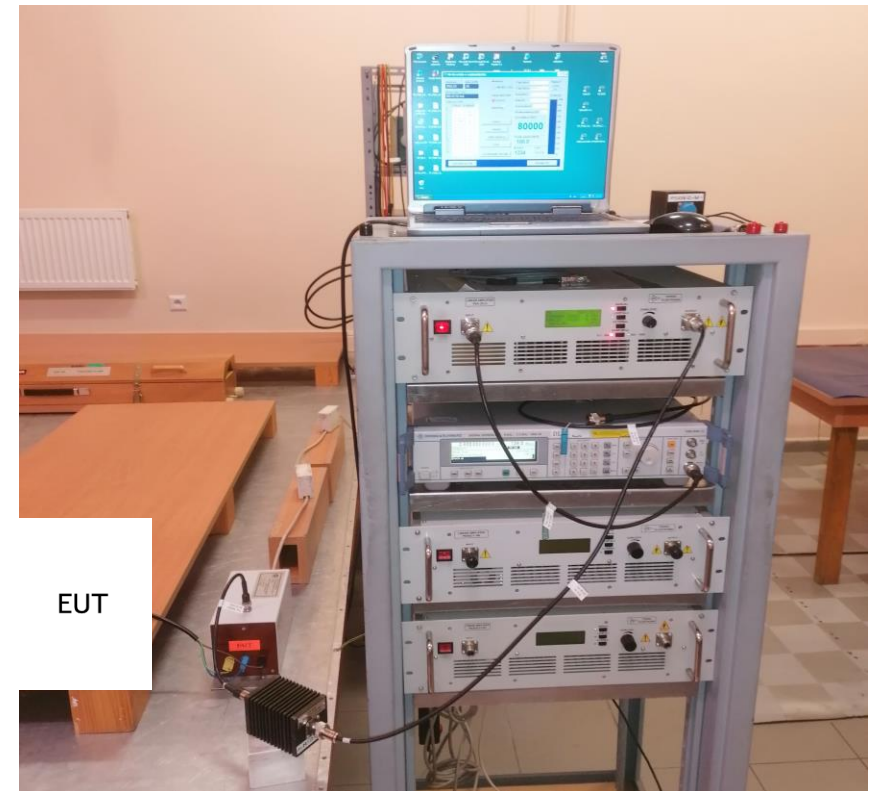
- Przewodzone zaburzenia wprowadzane przez pola radiowe (RF) można zdefiniować jako zakłócenia powstające w wyniku sprzężenia fal elektromagnetycznych z przewodami sygnałowymi i zasilającymi.
- W środowisku rzeczywistym źródłem takich zaburzeń mogą być nadajniki radiowe, telefony komórkowe, urządzenia Wi-Fi, radiotelefony czy inne systemy bezprzewodowe działające w pobliżu przewodów.
- Zakłócenia te mają postać sygnałów sinusoidalnych w szerokim zakresie częstotliwości (150 kHz – 80 MHz), które są wprowadzane do linii przewodowych w celu sprawdzenia odporności urządzeń elektronicznych.
- W odróżnieniu od zjawisk takich jak EFT czy surge, nie mają one charakteru impulsowego, lecz ciągły.
- Wpływ przewodzonych zaburzeń RF może objawiać się zakłóceniami transmisji danych, błędami komunikacji, przekłamanie pomiarów (np. dla czujników analogowych) chwilowym zawieszaniem się urządzeń czy spadkiem jakości działania systemów sterowania.

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6

Cel: zakłócenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych

Stanowisko badawcze:

- generator sygnałowy, wzmacniacz mocy, układ sprzęgający (umożliwiający wprowadzenie sygnału zakłuszającego do odpowiedniego przyłącza, system sterowania
- Typowe poziomy probiercze: 1, 3 i 10 V/m
- Zakres częstotliwości: 150 kHz – 80 MHz, krok 1% częstotliwości
- Modulacja: sygnał sinusoidalny 1kHz z modulacją AM 80%

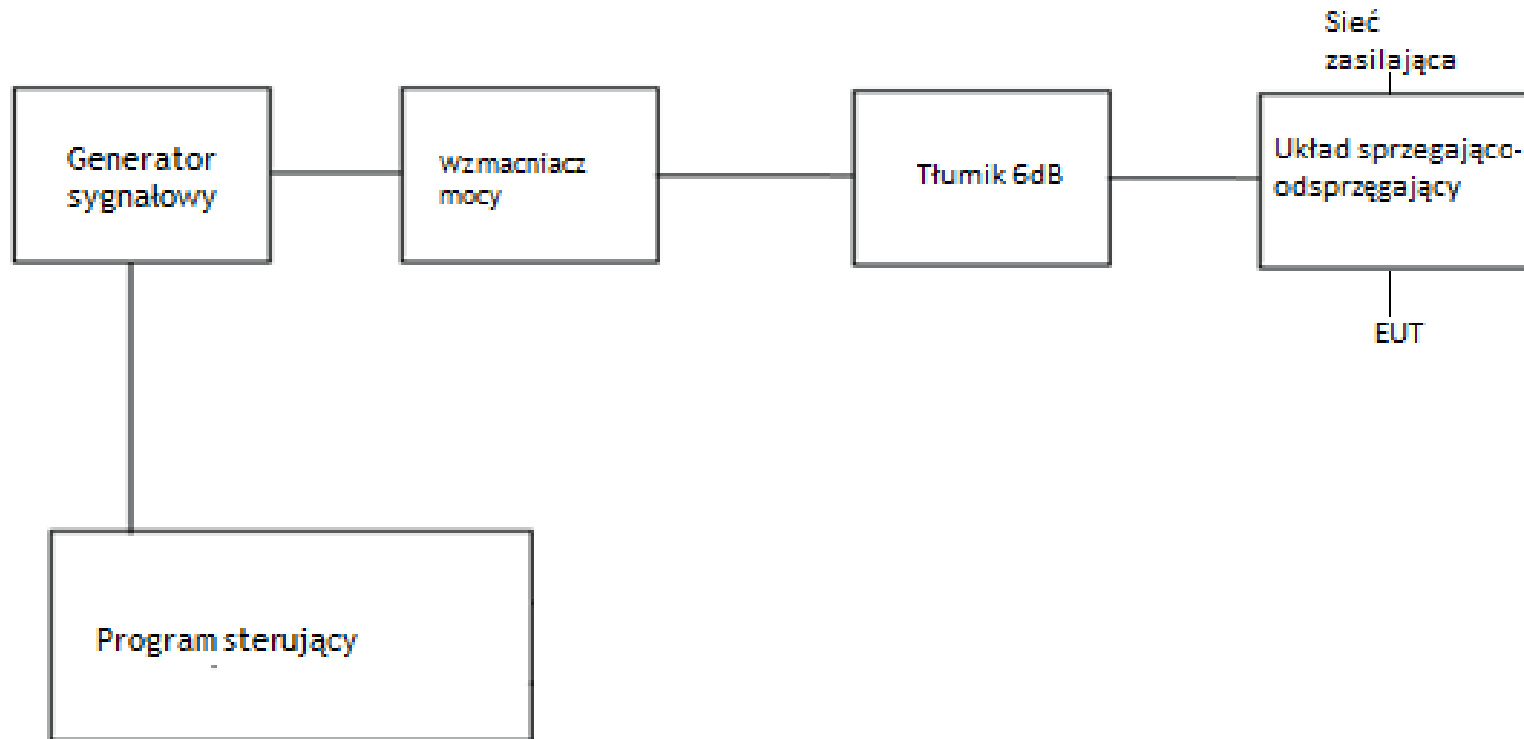


Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6

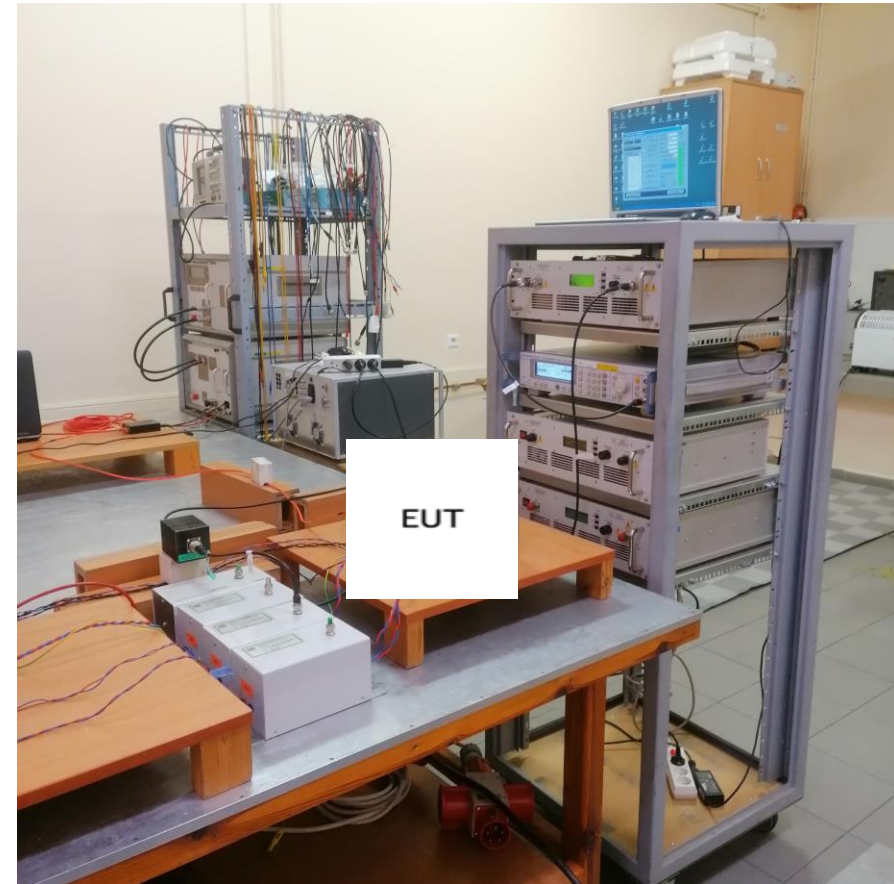
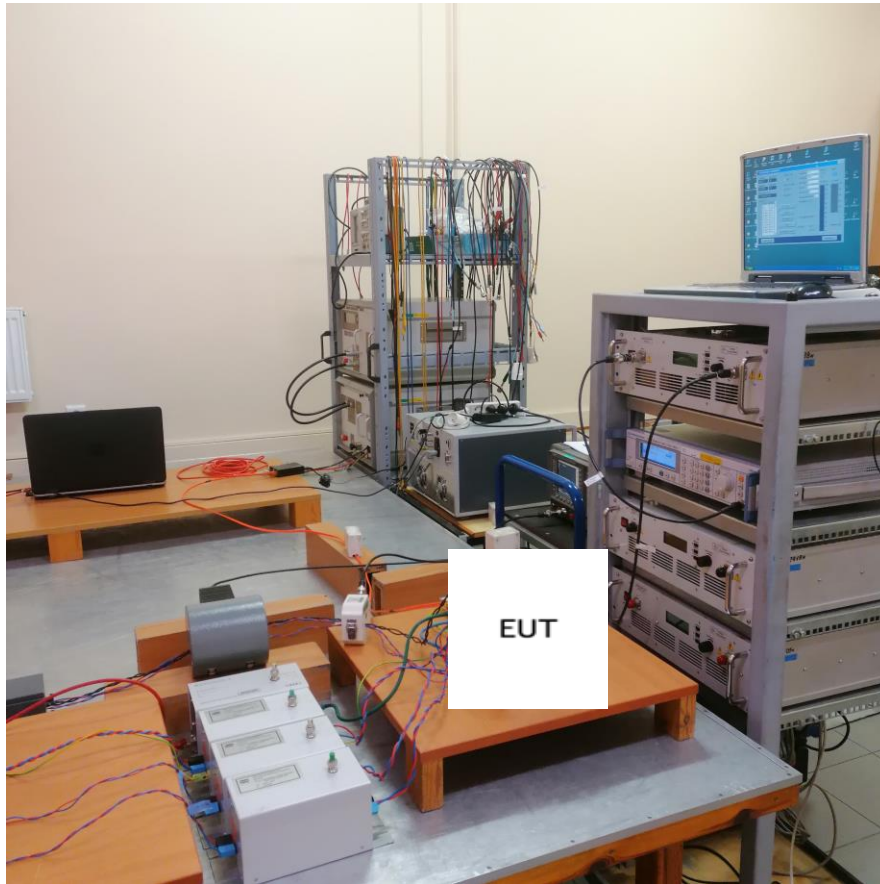
Poziomy testowe badania odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych

Poziom	Zakres częstotliwości 150 kHz do 80MHz	
	Poziom napięcia SEM, V	Poziom napięcia dB μ V
1	1	120
2	3	129,5
3	10	140
X	specjalne	

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6



Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6



Badania odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia – PN-EN 61000-4-11

Celem badań odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia jest ocena zdolności urządzeń elektrycznych i elektronicznych do prawidłowego działania w warunkach zaburzeń napięcia, takich jak:

- Zapady napięcia – krótkotrwałe spadki napięcia zasilającego poniżej wartości nominalnej.
- Krótkie przerwy w zasilaniu – całkowite zaniki napięcia trwające kilka cykli.
- Zmiany napięcia – szybkie obniżenia i powroty napięcia do wartości nominalnej.

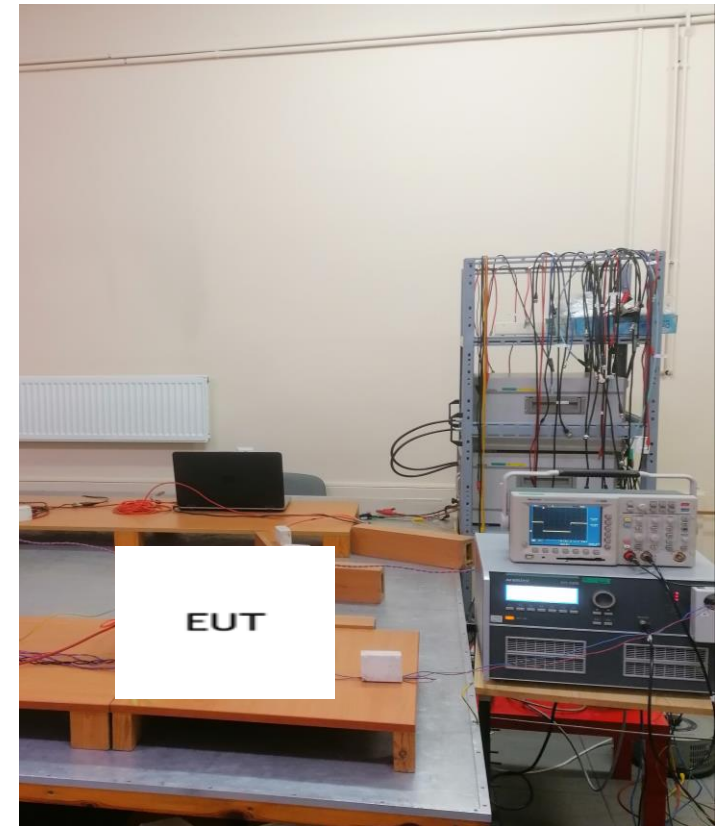
Badania mają na celu określenie, czy urządzenie zachowuje funkcjonalność, nie ulega uszkodzeniom oraz spełnia wymagania w czasie takich zaburzeń.

Badania odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia – PN-EN 61000-4-11

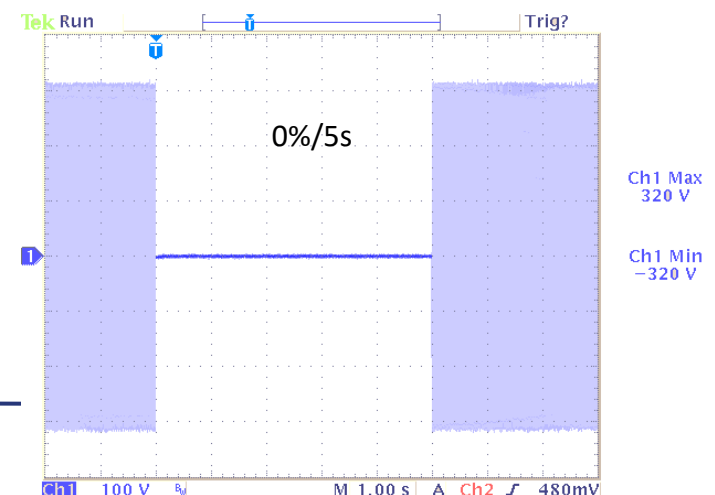
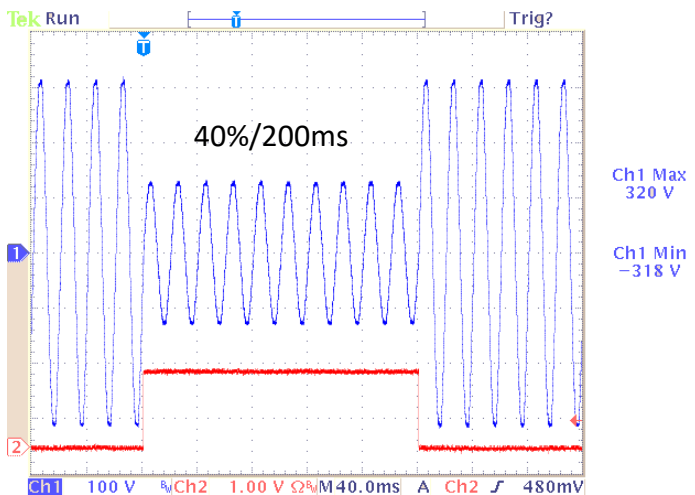
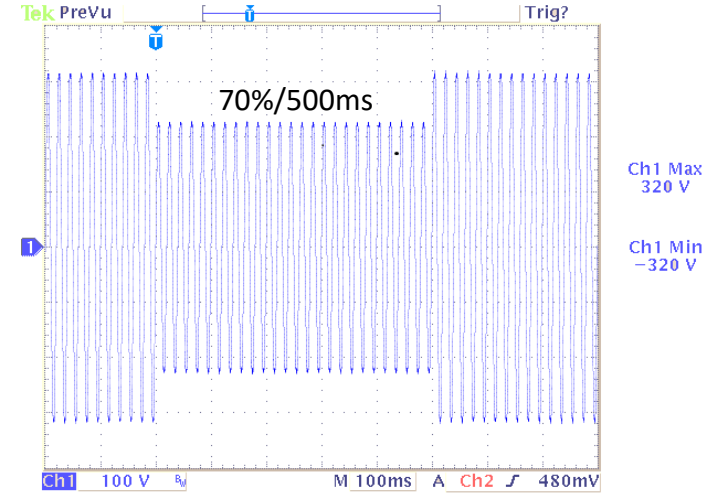
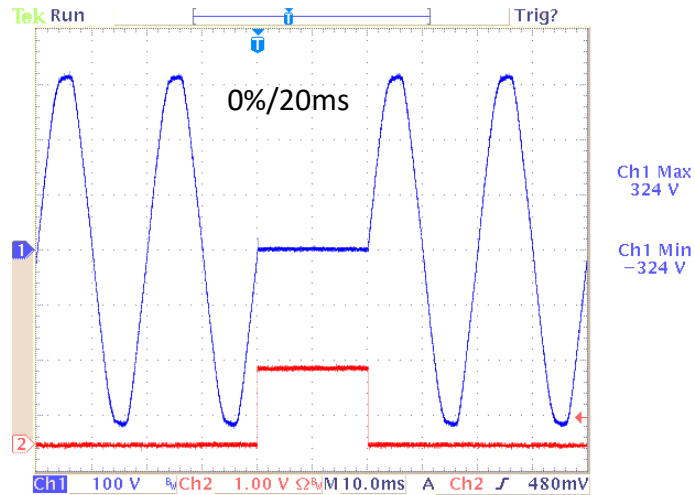
Cel: sprawdzenie, jak urządzenie zachowuje się w przypadku zaburzeń w zasilaniu sieciowym

Stanowisko badawcze:

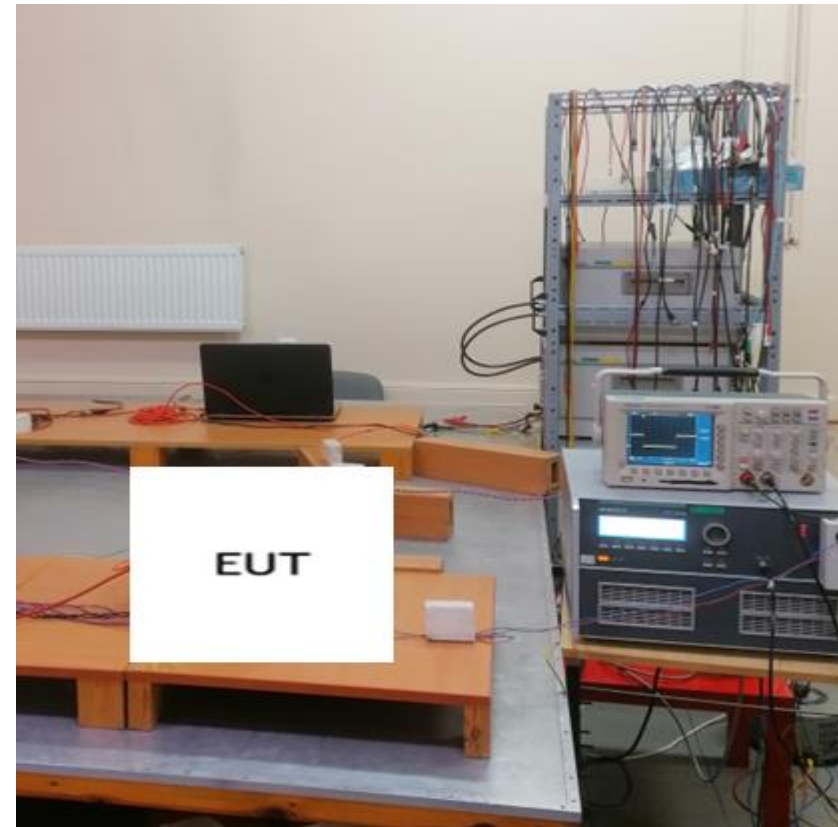
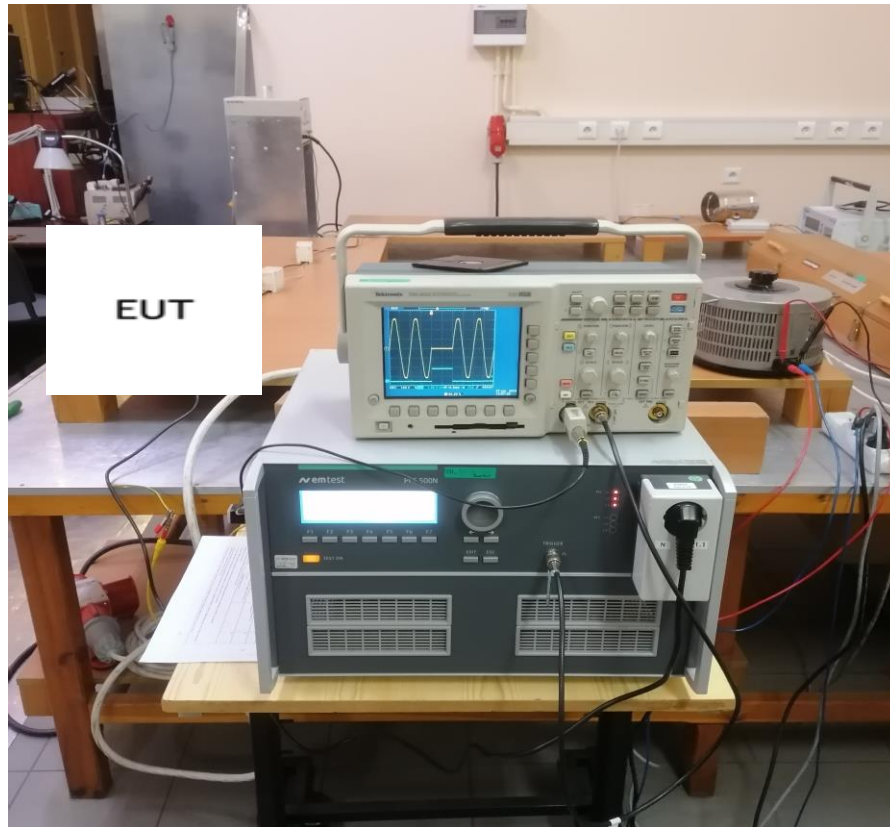
- Generator/symulator zaburzeń
- Typowe poziomy probiercze: 0%/10ms, 0%/20ms, 40%/200ms, 70%/500ms, 0%/5s



Badania odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia – PN-EN 61000-4-11



Badania odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia – PN-EN 61000-4-11



Poziomy odporności urządzeń domowych ...

Port	Rodzaj zaburzenia	Metoda badania	Norma	Poziom probierczy	Kryterium działania
Obudowa	Wyładowania elektrostatyczne (ESD)	Kontaktowe / w powietrzu	EN 61000-4-2	±4 kV (kontakt) ±8 kV (powietrze)	B
	Promieniowane pola RF	80 MHz – 1 GHz, AM 80% 1 kHz	EN 61000-4-3	3 V/m	A
	Promieniowane pola RF	1,4 GHz – 6 GHz, AM 80% 1 kHz	EN 61000-4-3	3 V/m	A
Zasilanie	Szybkie stany przejściowe (EFT/Burst)	Impuls 5/50 5 lub 100 kHz	EN 61000-4-4	±1 kV	B
	Udary (Surge)	1,2/50 μs (8/20 μs)	EN 61000-4-5	±2 kV (linia–ziemia) ±1 kV (linia–linia)	B
	Zaburzenia przewodzone przez pola RF	150 kHz – 80 MHz, AM 80% 1 kHz	EN 61000-4-6	3 V SEM	A
	Spadki napięcia	Krótkotrwałe obniżenia napięcia	EN 61000-4-11	0 % przez ½ cyklu 0 % przez 1 cykl 70 % przez 25/30 cykli	B
	Zmiany napięcia	Zaniki napięcia	EN 61000-4-11	0 % przez 250/300 cykli	C
Porty sygnałowe / telekom.	Szybkie stany przejściowe (EFT/Burst)	Impulsy grupowe	EN 61000-4-4	±0,5 kV	B
	Zaburzenia przewodzone przez pola RF	150 kHz – 80 MHz, AM 80% 1 kHz	EN 61000-4-6	3 Vrms	A
	Udary (Surge)		EN 61000-4-5	±1 kV (linia–ziemia) ±0,5 kV (linia–linia)	B

Poziomy emisji dla urządzeń domowych ...

Rodzaj emisji	Środowisko testowe	Norma badawcza	Częstotliwość, Mhz	Poziom dopuszczalny, dB μ V/m
Emisja przewodzona (linie zasilania)	Sieć sztuczna V-AMN	EN 55014-1 / CISPR 16-2-1	0,15 do 0,5	66-56 Quasi-Peak 56-46 Average
			0,5 do 5	56 Quasi-Peak 46 Average
			5 do 30	60 Quasi-Peak 50 Average
Emisja promieniowana	FAR / 3 m	EN 55014-1 / CISPR 16-2-3	30-230	42-35 Quasi-Peak
			230-1000	42 Quasi-Peak
	OATS lub SAC / 10 m	EN 55014-1 / CISPR 16-2-3	30-230	30 Quasi-Peak
			230-1000	37 Quasi-Peak
	OATS lub SAC lub FAR / 3m	EN 55014-1 / CISPR 16-2-3	1000-3000	70 Quasi-Peak 60 Average
			3000-6000	74 Quasi-Peak 54 Average

