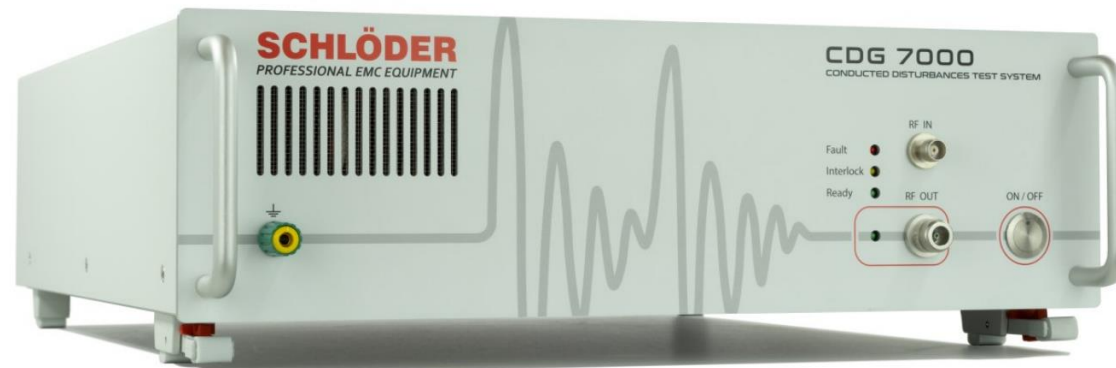




POMIARY SPECJALISTYCZNE. Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej.



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

- Zapoznanie się z obowiązującą normą dotyczącą odporności urządzeń na zaburzenia przewodzone w zakresie częstotliwości radiowych.
- Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami obowiązującymi na danym stanowisku badawczym.
- Zdobycie wiedzy z zakresu fizyki zjawiska.
- Poznanie zasady działania generatora zakłóceń przewodzonych oraz sposobu jego bezpiecznej i poprawnej obsługi.
- Nabycie umiejętności przygotowania stanowiska do badań.
- Poznanie procedur wykonywania testów zgodnie z normą.
- Zrozumienie zasad dokumentowania i interpretacji wyników badań odporności na zaburzenia przewodzone.
- Poznanie przykładów oddziaływania zakłóceń RF na urządzenia.

Oczekiwane efekty uczenia się: w tym kształtujące umiejętności cyfrowe:

- Umiejętność obsługi stanowiska do badań odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej.

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

- Zrozumienie znaczenia projektowania układów odpornych na przewodzone zakłócenia RF jako sposobu zwiększania trwałości i niezawodności urządzeń elektronicznych.
- Umiejętność weryfikacji kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń pod kątem poprawnego funkcjonowania w środowiskach przemysłowych i domowych narażonych na emisję RF.

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6 – podstawowe pojęcia

- **Sztuczna ręka (AH)**

Sieć elektryczna symulująca impedancję ciała ludzkiego w przeciętnych warunkach pracy, występującą między ręcznym urządzeniem elektrycznym a ziemią.

- **Urządzenie pomocnicze (AE)**

Urządzenie niezbędne do dostarczenia badanemu urządzeniu (EUT) sygnałów wymaganych do jego normalnej pracy.

- **Iniekcja cęgowa**

Metoda iniekcji (wprowadzania) sygnałów do kabli przy użyciu urządzenia do iniekcji cęgowej

- **Urządzenie do iniekcji cęgowej**

Zaciskowe urządzenie do iniekcji sygnału, będące cęgami prądowymi lub cęgami elektromagnetycznymi.

- **Cęgi prądowe**

Transformator, którego uzwojenie wtórne stanowi kabel, do którego dokonywana jest iniekcja.

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6 – podstawowe pojęcia

- **Cęgi elektromagnetyczne (EM clamp)**

Urządzenie do iniekcji o połączonym sprzężeniu pojemnościowym i indukcyjnym.

- **Impedancja trybu wspólnego**

Stosunek napięcia trybu wspólnego do prądu trybu wspólnego na określonym porcie.

- **Współczynnik sprzężenia**

Stosunek napięcia w stanie otwartym (e.m.f.) uzyskanego na porcie EUT urządzenia sprzęgającego (i odprzegającego) do napięcia w stanie otwartym uzyskanego na wyjściu generatora probierczego.

- **Sieć sprzęgająca (urządzenie sprzęgające)**

Obwód elektryczny lub urządzenie do transferu energii z jednego obwodu do drugiego z określoną impedancją.

- **Sieć sprzęgająco-odprzegająca (CDN)**

Obwód elektryczny łączący w sobie funkcje zarówno sieci sprzęgającej, jak i odprzegającej.

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6 – podstawowe pojęcia

- **Sieć odprzegająca (urządzenie odprzegające)**

Obwód elektryczny lub urządzenie zapobiegające wpływowi sygnałów probierczych, doprowadzonych do EUT, na inne urządzenia, wyposażenie lub systemy, które nie są badane.

- **Generator probierczy**

Generator (generator RF, źródło modulacji, tłumiki, szerokopasmowy wzmacniacz mocy i filtry) zdolny do generowania wymaganego sygnału probierczego.

- **Siła elektromotoryczna (SEM)**

Napięcie na zaciskach idealnego źródła napięcia w reprezentacji elementu aktywnego.

- **Wynik pomiaru**

Odczyt napięcia na urządzeniu pomiarowym.

- **współczynnik fali stojącej napięcia (WFSN)**

Stosunek maksymalnej do sąsiedniej minimalnej wartości napięcia wzdłuż linii.

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6 - Fizyka zjawiska

Podstawą tej normy jest fakt, że urządzenia elektryczne i elektroniczne są często narażone na działanie pól elektromagnetycznych (EM) o częstotliwości radiowej, pochodzących z nadajników (np.. stacje radiowe, krótkofalówki, telefony komórkowe).W zakresie częstotliwości objętym tą normą (150 kHz do 80 MHz), długości fal są stosunkowo duże.

Samo badane urządzenie (EUT) jest zazwyczaj małe w porównaniu z długością fali. W rezultacie nie jest ono skuteczną anteną odbiorczą. Prawdziwym "punktem wejścia" zaburzeń są podłączone do niego kable (zasilające, sygnałowe, interfejsu). Przy tych częstotliwościach to kable działają jak anteny.

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6 - Fizyka zjawiska

Gdy pole elektromagnetyczne działa na urządzenie (przyłącze zasilania + przyłącze obudowy), indukuje w kablach prądy. Ponieważ pole EM działa na cały kabel względem płaszczyzny odniesienia (np. ziemi), indukowany prąd ma przede wszystkim charakter prądu trybu wspólnego (common-mode). Oznacza to, że prąd zakłócający płynie w tym samym kierunku we wszystkich przewodach danego kabla (np. w przewodzie sygnałowym i jego masie), a pętla zamyka się przez płaszczyznę odniesienia i inne kable podłączone do urządzenia.

Norma zakłada, że systemy kablowe podłączone do urządzenia często znajdują się w stanie. W takim stanie, impedancja trybu wspólnego (widziana z zacisków urządzenia w stronę kabla) jest relatywnie wysoka. Norma standaryzuje tę impedancję na poziomie 150 Ω .

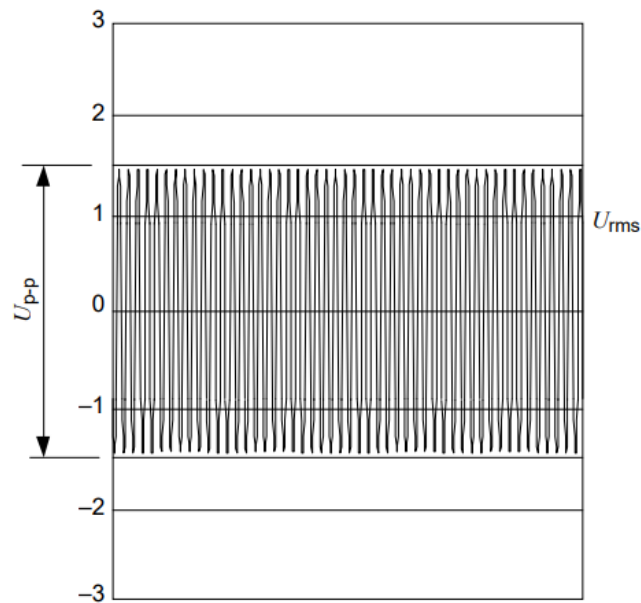
Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6

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 dBμV
1	1	120
2	3	129,5
3	10	140
X	specjalne	

Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6

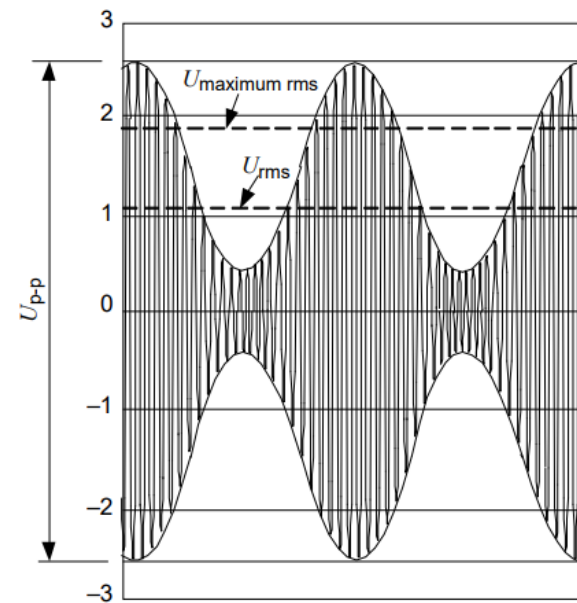
Sygnał CW i sygnał zmodulowany amplitudowo



a - Unmodulated RF signal

$$U_{p-p} = 2,82 \text{ V}$$

$$U_{rms} = 1,00 \text{ V}$$



b - Modulated RF – signal 80 % AM

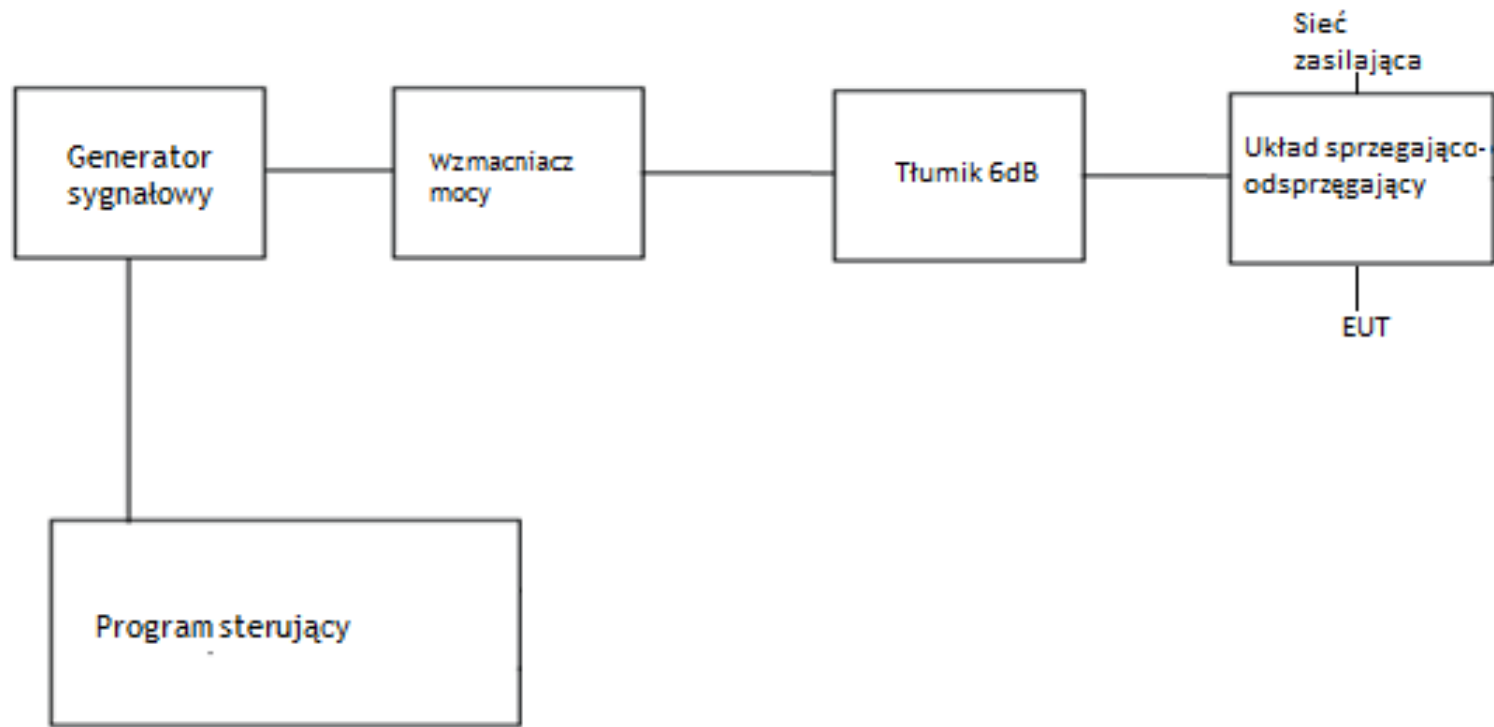
$$U_{p-p} = 5,09 \text{ V}$$

$$U_{rms} = 1,12 \text{ V}$$

$$U_{maximum\ rms} = 1,80 \text{ V}$$

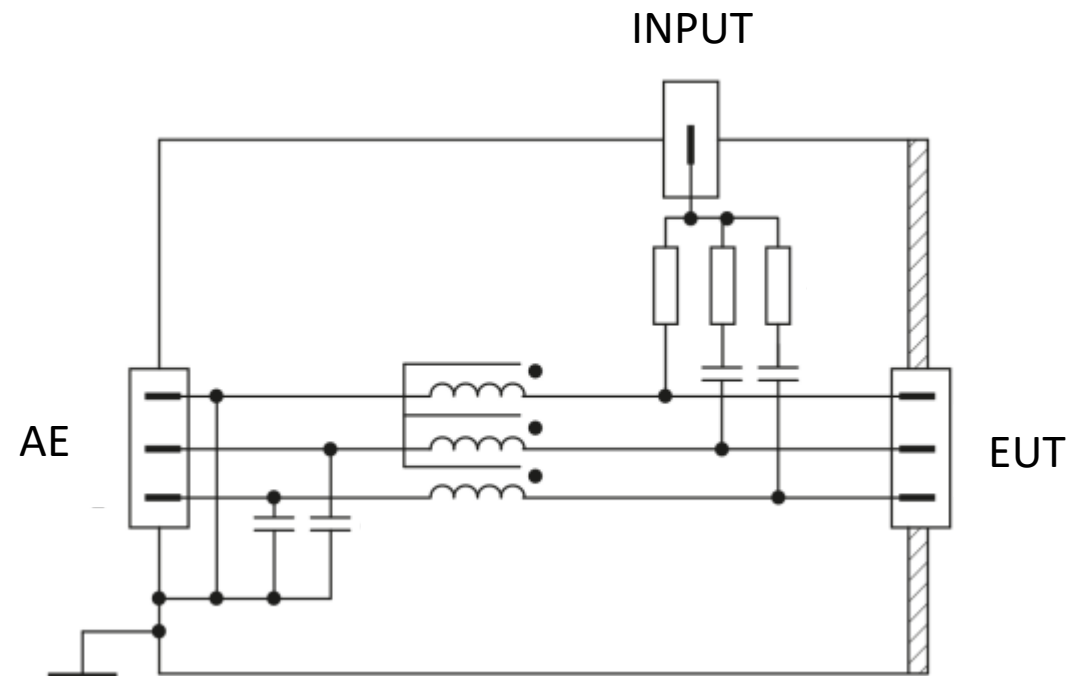
Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6

Schemat stanowiska do badań

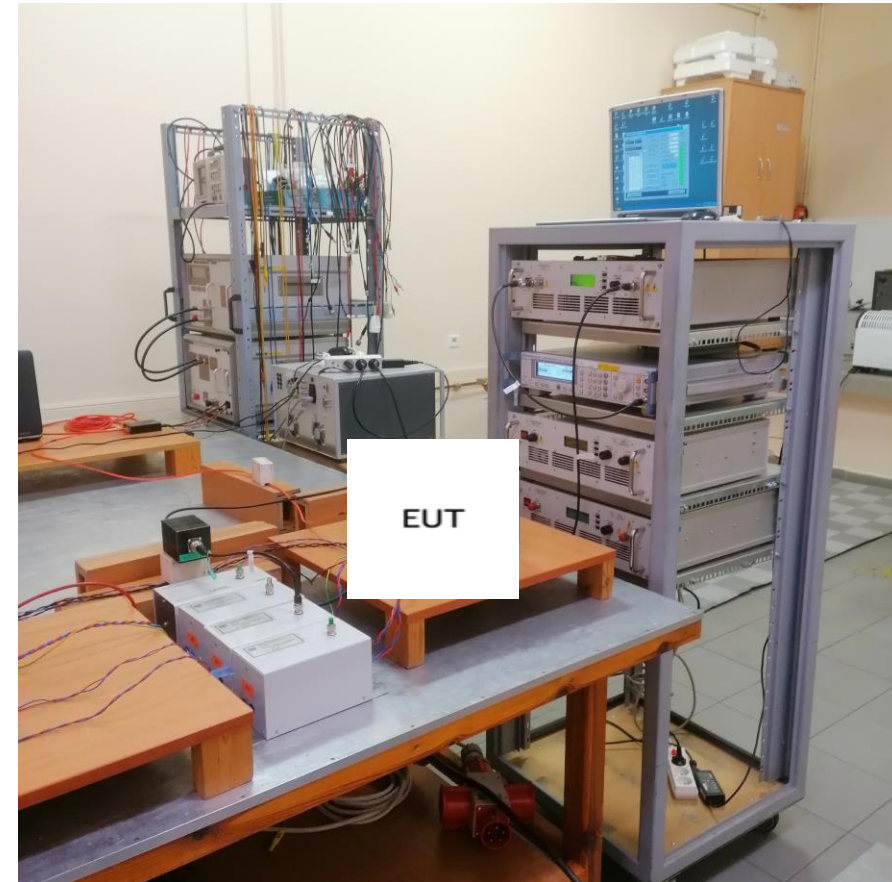
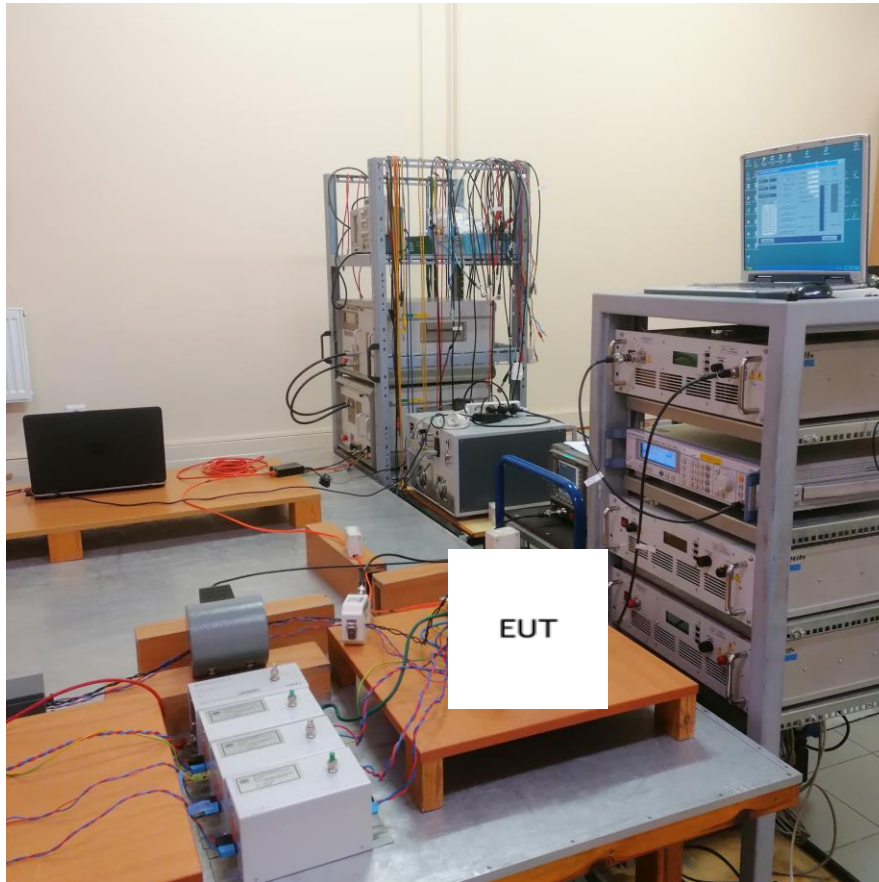


Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej – PN-EN 61000-4-6

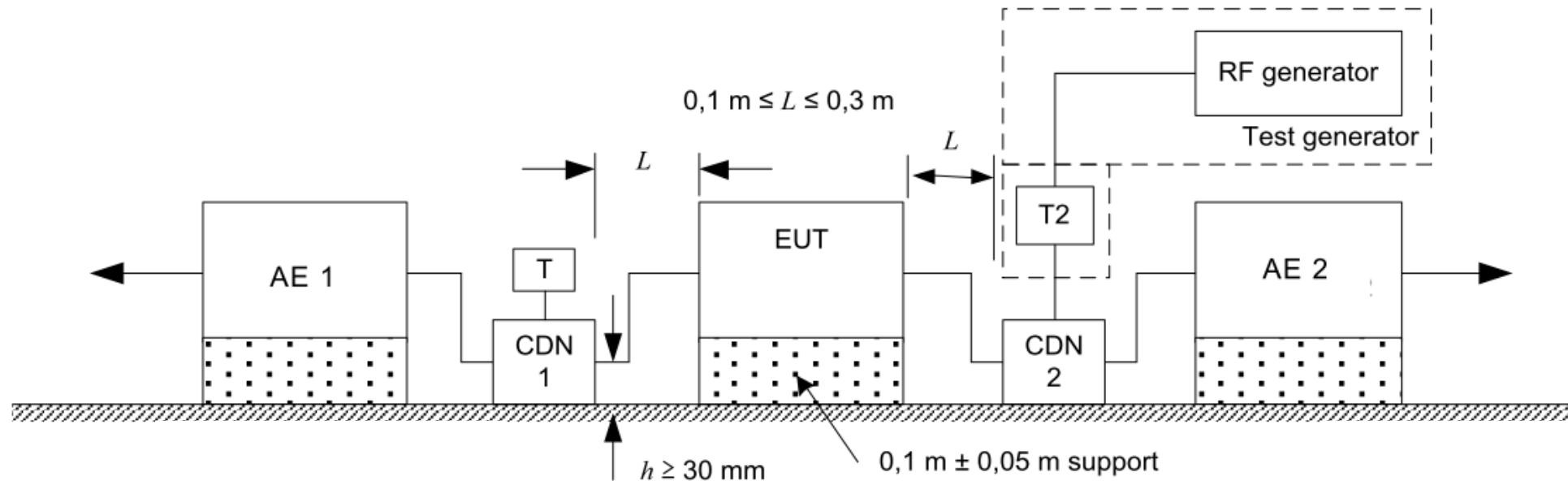
Widok układu sprzęgająco-odsprzęgającego



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 - Konfiguracja stanowiska



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

➤ Parametry Sygnału Probiecznego

Zakres częstotliwości: 150 kHz – 80 MHz.

Modulacja: Sygnał zakłócający jest modulowany amplitudowo (80% AM) falą sinusoidalną 1 kHz.

Poziom: Należy użyć poziomów mocy (ustalonych podczas kalibracji) zapisanych w profilu generatora.

➤ Metodyka Przemiatania:

Krok częstotliwości: Maksymalnie 1% wartości poprzedniej częstotliwości.

Czas zatrzymania (Dwell Time): Minimum 0,5 sekundy, lub dłużej, jeśli jest to czas niezbędny do reakcji EUT.

Częstotliwości wrażliwe: Należy dodatkowo zbadać częstotliwości zidentyfikowane jako potencjalnie wrażliwe.

➤ Konfiguracja i Przebieg Badania

Urządzenie musi pracować w zamierzonych warunkach operacyjnych i być w pełni zbadane podczas trwania testu.

Test przeprowadza się kolejno dla każdego urządzenia sprzęgającego (CDN, cęgi EM, cęgi prądowe).

Wszystkie kable niebędące aktualnie badanymi muszą być odprzęgnięte (np. przez sieci odprzegające)

Cała procedura musi być zgodna z formalnym planem badań (test plan).

Dopuszcza się badanie wieloma sygnałami jednocześnie w celu skrócenia czasu.

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

Sprawozdanie z badań powinno zawierać wszystkie informacje niezbędne do odtworzenia przeprowadzonego testu.

W szczególności należy odnotować:

- identyfikację EUT (badanego urządzenia) i wszelkich urządzeń towarzyszących, na przykład nazwa marki, typ produktu, numer seryjny, oprogramowanie itp.;
- rozmiar EUT;
- reprezentatywne warunki pracy EUT;
- informację, czy EUT jest badany jako jednostka pojedyncza czy wielokrotna;
- typy kabli połączeniowych, łącznie z ich długością, oraz port interfejsu EUT, do którego były podłączone;
- wszelkie szczególne warunki użytkowania, na przykład długość lub typ kabla, ekranowanie lub uziemienie, lub warunki pracy EUT, które są wymagane do osiągnięcia zgodności;
- czas powrotu EUT do normalnej pracy (recovery time), jeśli jest to konieczne;
- typ zastosowanego stanowiska badawczego oraz umiejscowienie EUT, AE (urządzeń pomocniczych) oraz urządzeń sprzęgających i odprzegających;
- identyfikację wyposażenia probierczego, na przykład nazwa marki, typ produktu, numer seryjny, oprogramowanie itp.;
- urządzenia sprzęgające i odprzegające użyte na każdym kablu;

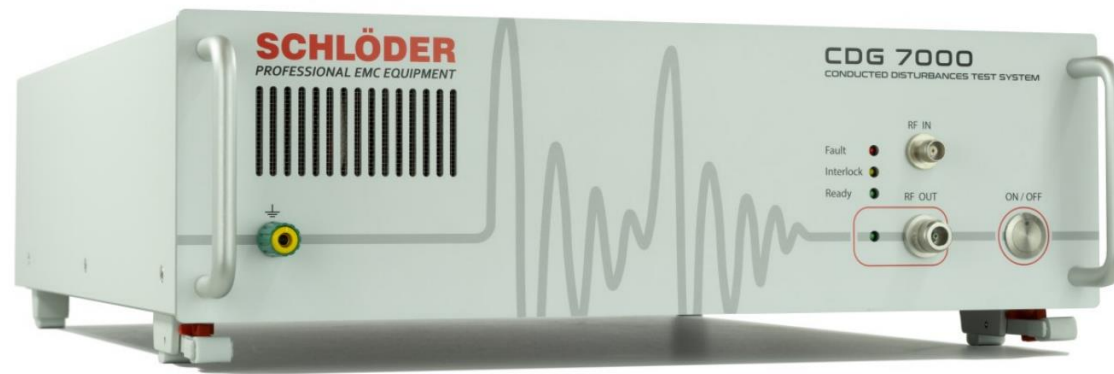
Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6 – Sprawozdanie z badań – cd.

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

- dla każdego portu iniekcji, wskazanie, które urządzenia odprzegające były zakończone impedancją 50 Ω ;
- opis sposobu weryfikacji działania EUT;
- wszelkie specjalne warunki niezbędne do przeprowadzenia badania;
- zakres częstotliwości zastosowany podczas badania;
- szybkość przemiatania częstotliwości, czas zatrzymania (dwell time) i kroki częstotliwości;
- ustawiony poziom probierczy;
- liczbę tonów (sygnałów) i ich grupowanie (jeśli dotyczy);
- poziom działania (performance level) określony w dokumentacji towarzyszącej EUT;
- kryteria oceny (performance criteria), które zostały zastosowane;
- wszelkie zaobserwowane efekty w EUT podczas lub po zastosowaniu zaburzenia probierczego oraz czas utrzymywania się tych efektów;
- uzasadnienie decyzji o zaliczeniu/niezaliczeniu badania (pass/fail).

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

Generator CDG 7000-25 – Jest to gotowe urządzenie składające się z wbudowanego generatora sygnałowego, wzmacniacza mocy RF, systemu sterującego, mierników mocy (wraz z sprzęgaczem dwukierunkowym), które zapewniają automatyczne wykonanie testu odporności przewodzonej. Jest to serce naszego systemu. Generator ten posiada wbudowany wzmacniacz 25W, pozwalający na wygenerowanie sygnału zmodulowanego AM (80% 1 kHz) do 10 V na jego wyjściu. Generator posiada wejście RF in pozwalające na podłączenie go do sieci CDN i kalibrację.



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

Tłumik CDG 7006-20W – Jest to tłumik 6 dB o mocy 20W, który zgodnie z normą musi zostać włączony w tor RF podczas wykonywania badań odporności.



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

Sieć CDN M2/M3-16 z adapterami kalibracyjnymi CDG A 3101 – Sieć CDN M2/M3 jest to sieć sprzęgająco-odprzegającą 16A, która pozwala na wprowadzanie zaburzeń przewodzonych w linii zasilania jednofazowe lub DC. Zdjęcie podglądowe.



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

Adaptery CDG A 3100 do montażu i kalibracji sieci CDN (rysunek 5) – Przykładowy zmontowany adapter kalibracyjny dla sieci CDN M2/M3. Służy on do przejścia z impedancji 150 Ohm na 50 Ohm co pozwala na podłączenie generatora podczas kalibracji sieci CDN.



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

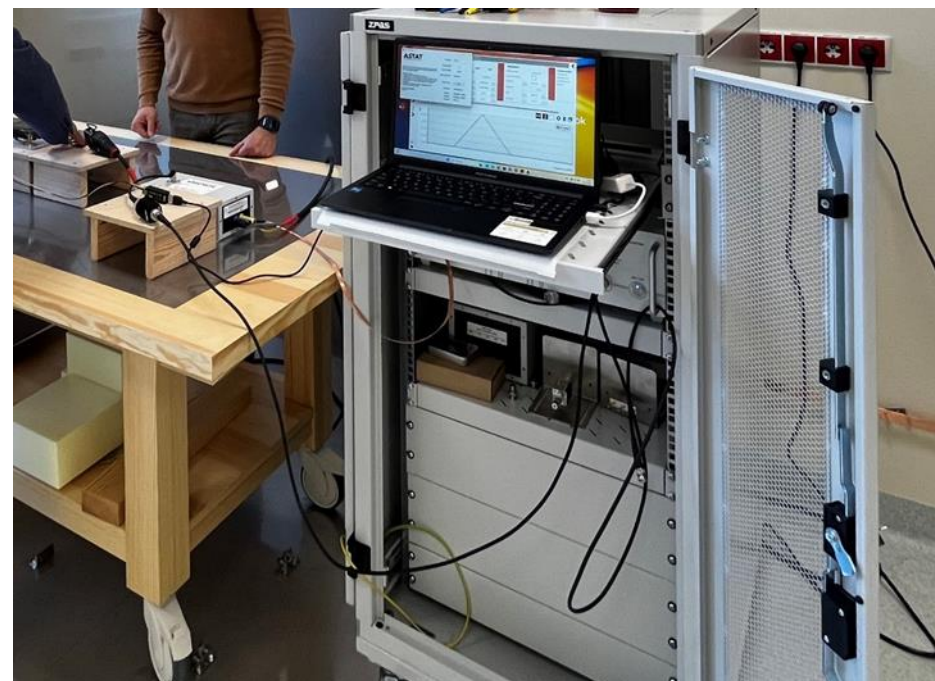
Kable pomiarowe służące do podłączenia generatora z siecią CDN, kable zasilające i kable sygnałowe.

Szafa Rack - to w niej znajdują się wszystkie elementy stanowiska.

Przykładowe urządzenie EUT (z ang. Equipment Under Test) - oznaczona jako DEMO 4-6 – płytki Raspberry Pi z modułem komunikacyjnym RS485.

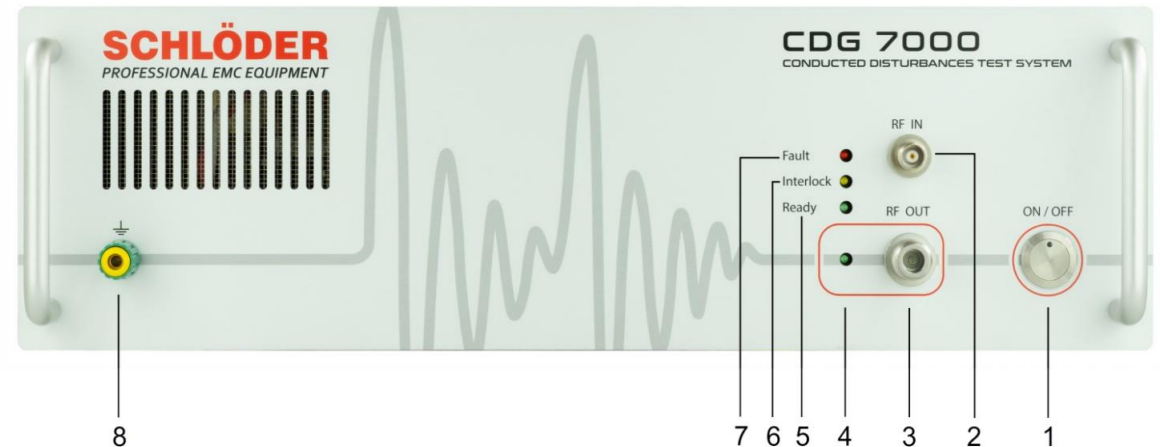
Komputer PC wraz z modułami komunikacji z EUT – Komputer z niezbędnym oprogramowaniem znajduje się w szafie Rack. Na komputerze znajduje się dedykowane oprogramowanie sterujące generatorem. Komputer jest wyposażony w adapter RS485, służący do komunikacji z EUT.

Stanowisko pomiarowe (stół z płaszczyzną uziemioną) – Stanowisko pomiarowe z płaszczyzną uziemioną.



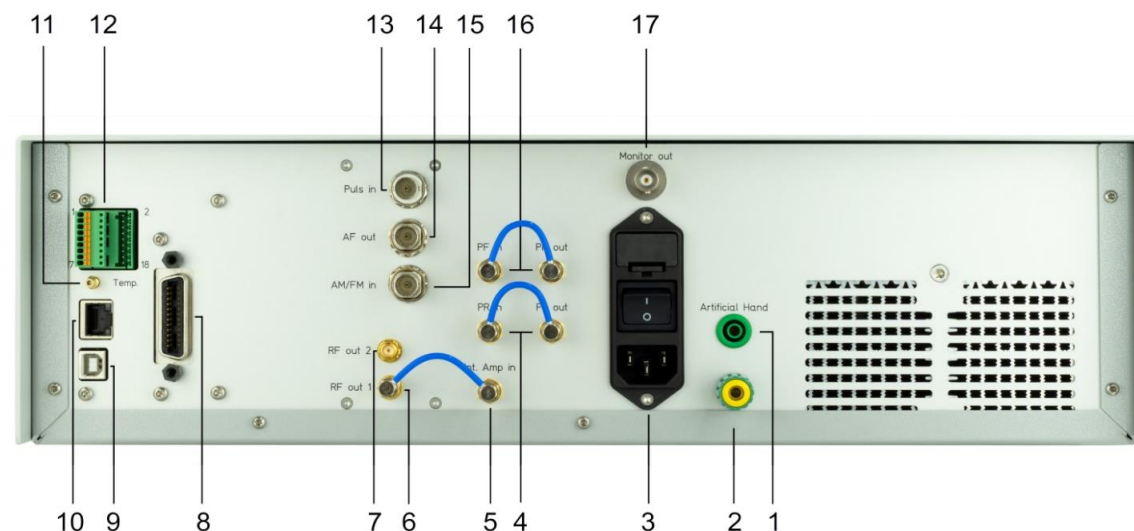
Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6 – Konfiguracja stanowiska

1. Włącznik generatora CDG 7000
2. Wejście pomiarowe generatora
3. Wyjście RF generatora
4. Dioda wskazująca na podaną moc na wyjście generatora RF
5. Dioda wskazująca na gotowość urządzenia do działania
6. Dioda sygnalizująca Interlock
7. Dioda sygnalizująca błąd wewnętrzny
8. Uziemienie systemu



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

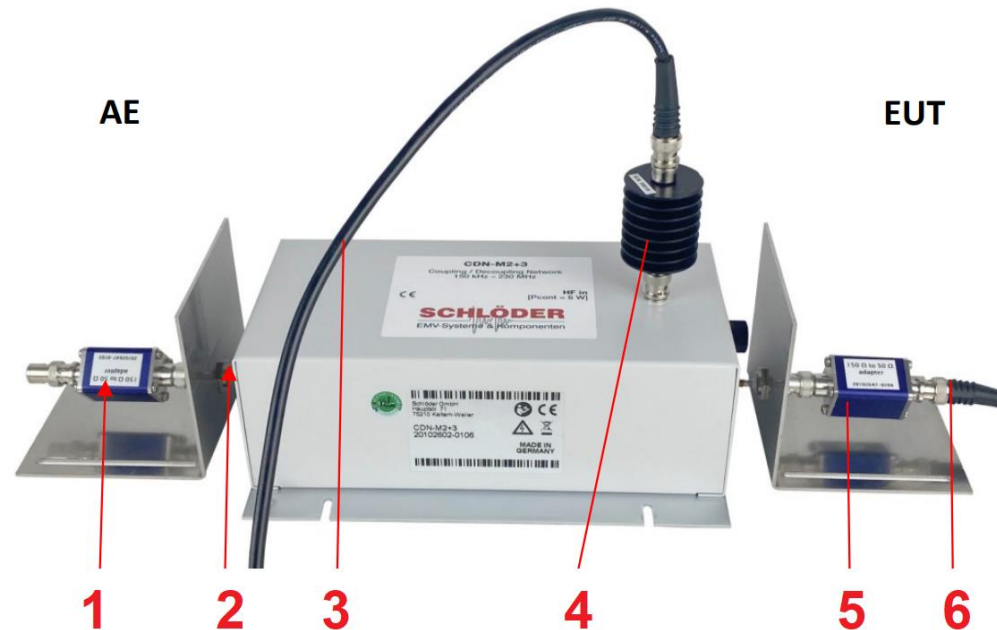
1. Złącze sztucznej ręki (Artificial Hand)
2. Złącze uziemienia
3. Złącze IEC zasilania
4. Połączenie pomiaru mocy odbitej
5. Połączenie sygnałowe wzmacniacza
6. Wyjście generatora sygnałowego
7. Wyjście generatora sygnałowego
8. Złącze GPIB
9. Złącze komunikacyjne USB
10. Złącze komunikacyjne Ethernet
11. Złącze pomiaru temperatury
12. Złącza stykowe I/O
13. Wejście sygnału impulsowego
14. Złącze AF
15. Złącze modulacji AM i FM
16. Złącze pomiaru mocy padającej (Forwad)
17. Złącze monitorujące



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

Zbliż całą szafę Rack do stołu pomiarowego z uziemioną płaszczyzną. Proponowana lokalizacja to prawa część stołu. Należy następnie otworzyć szafę Rack z przodu za pomocą klucza. Przygotujmy stanowisko kalibracyjne:

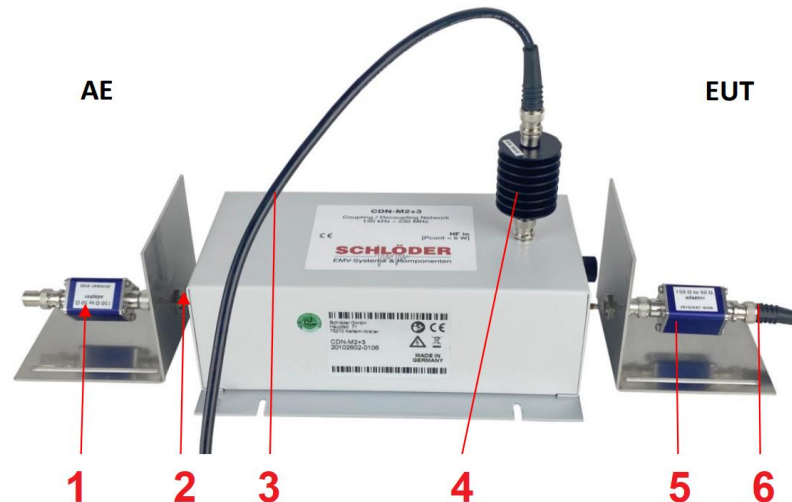
Połóż sieć CDN M2/M3 na stole z p
Podłącz do sieci CDN dwa kalibrato
2 i 5). Pamiętaj, że adaptory muszą



(element 1,

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

- Zaterminuj złącze AE za pomocą terminatora BNC (element 1) 50 Ohm.
- Podłącz do sieci CDN tłumik 6 dB (element 4), a sam tłumik do wyjścia generatora CDG (złącze RF OUT) za pomocą kabla RF.
- Podłącz wyjście strony EUT (element 6) za pomocą kabla RF do złącza RF IN generatora CDG.



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

- Uruchom komputer. Upewnij się, że podłączony jest kabel USB lub Ethernet do komunikacji z generatorem CDG 7000.
- Uruchom generator CDG naciskając przycisk ON/OFF. Poczekać aż dioda „Ready” zapali się na zielono.
- Uruchom oprogramowanie HELIA. Upewnij się, że do komputera PC włożony jest klucz sprzętowy dla niniejszego oprogramowania. Bez klucza oprogramowanie nie uruchomi się.
- Upewnij się jeszcze raz, że wyjście generatora CDG jest podłączone przez tłumik 6 dB do gniazda wejściowego sieci CDN. Upewnij się, że część AE jest zaterminowana. Upewnij się, że podłączony został kabel RF do części EUT.

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

- Uruchom komputer. Upewnij się, że podłączony jest kabel USB lub Ethernet do komunikacji z generatorem CDG 7000.
- Uruchom generator CDG naciskając przycisk ON/OFF. Poczekać aż dioda „Ready” zapali się na zielono.
- Uruchom oprogramowanie HELIA. Upewnij się, że do komputera PC włożony jest klucz sprzętowy dla niniejszego oprogramowania. Bez klucza oprogramowanie nie uruchomi się.
- **Upewnij się jeszcze raz, że wyjście generatora CDG jest podłączone przez tłumik 6 dB do gniazda wejściowego sieci CDN. Upewnij się, że część AE jest zaterminowana. Upewnij się, że podłączony został kabel RF do części EUT.**

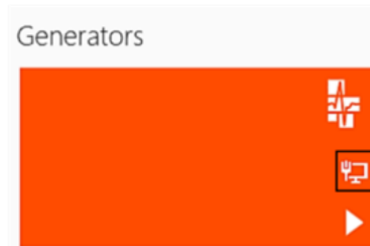
Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6 – Kalibracja

W oprogramowaniu HELIA musimy przeprowadzić kalibrację sieci CDN oraz sprawdzenie liniowości wzmacniacza. W tym celu po pojawieniu się głównego menu. Najpierw należy sprawdzić połączenie komputera z generatorem. Na czerwono pojawi się urządzenie w kolumnie „Generators”. Jeśli urządzenie nie jest widoczne, należy sprawdzić, czy generator jest włączony i czy połączenie USB lub Ethernet jest obecne. Można też nacisnąć przycisk „Search devices”, w celu wyszukani

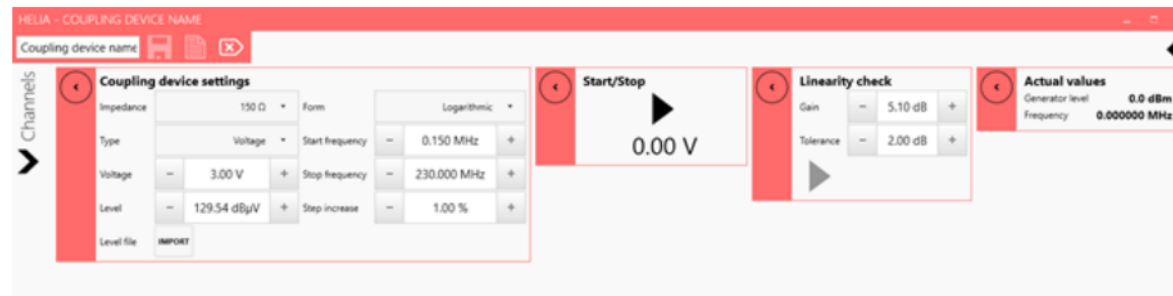


Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6 – Kalibracja

Biorąc pod uwagę potrzeby kalibracji sieci CDN naciskamy przycisk zaznaczony czarnym prostokątem.



Pojawi się menu kalibracji sieci CDN.



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

W niniejszym menu należy podać parametry testowe takie jak zakres częstotliwość oraz poziom narażenia. Proponujemy wybrać impedancję 150 Ohm, częstotliwość startową 150 kHz i częstotliwość końcową 230 MHz oraz krok 1% i poziom 10 V.

Coupling device settings			
Impedance	150 Ω		
Type	Voltage		
Voltage	-	3.00 V	+
Level	-	129.54 dB μ V	+
Level file	IMPORT		
Form	Logarithmic		
Start frequency	-	0.15 MHz	+
Stop frequency	-	230.00 MHz	+
Step increase	-	1.00 %	+

Należy też wpisać nazwę sieci CDN(np. CDN-M2_3V)

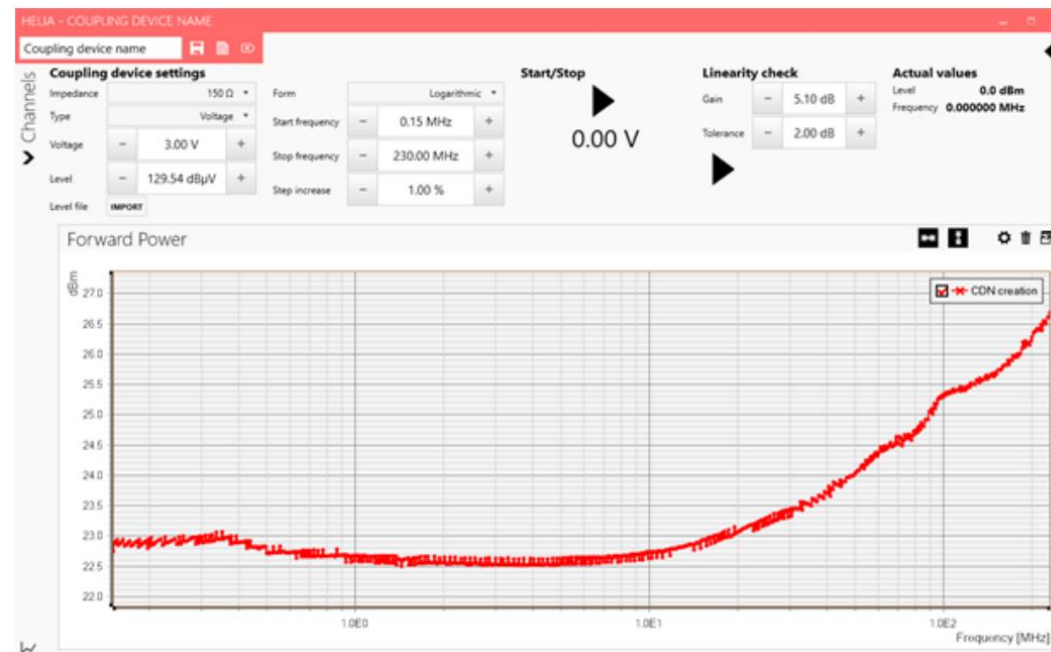
HELIA - COUPLING DEVICE NAME

Coupling device name

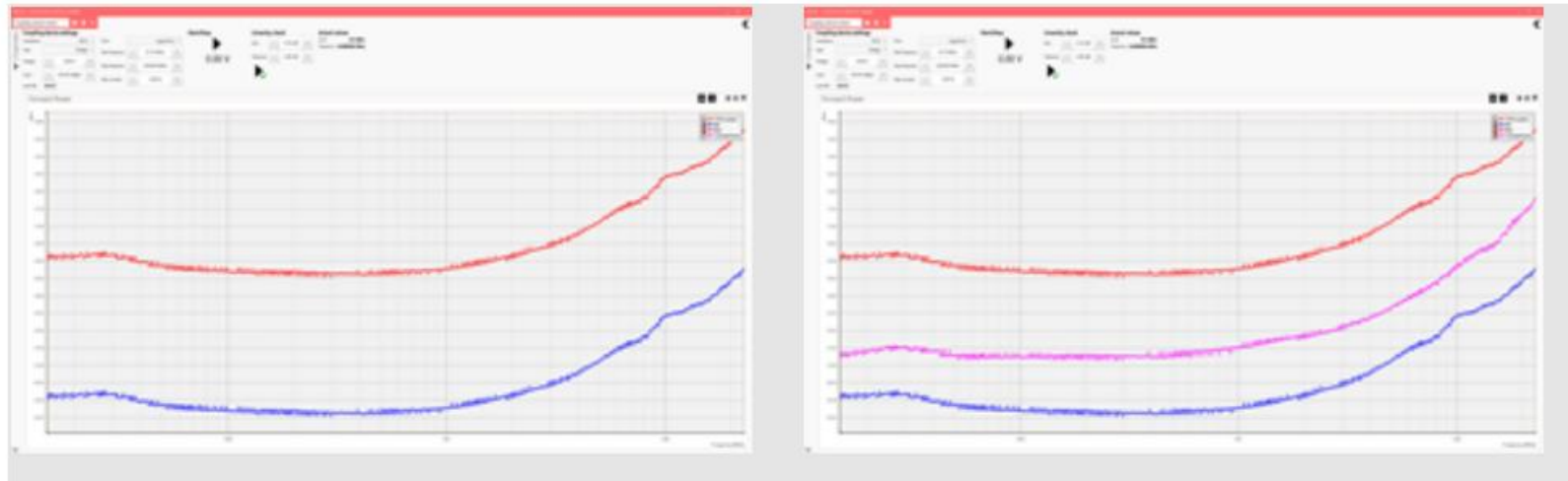
Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6 – Kalibracja

By rozpocząć test należy przycisnąć przycisk Start/Stop. Po wykonaniu testu należy wykonać test liniowości naciskając na strzałkę ustawioną w menu „Linearity check”. Przykładowy wynik kalibracji oraz testu liniowości znajduje się poniżej. Wynik kalibracji na rysunku poniżej przedstawia wykres mocy forward. Oczywiście można włączyć i podejrzeć inne parametry podczas wykonywanej kalibracji (np. poziom mocy na generatorze sygnałowym).



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

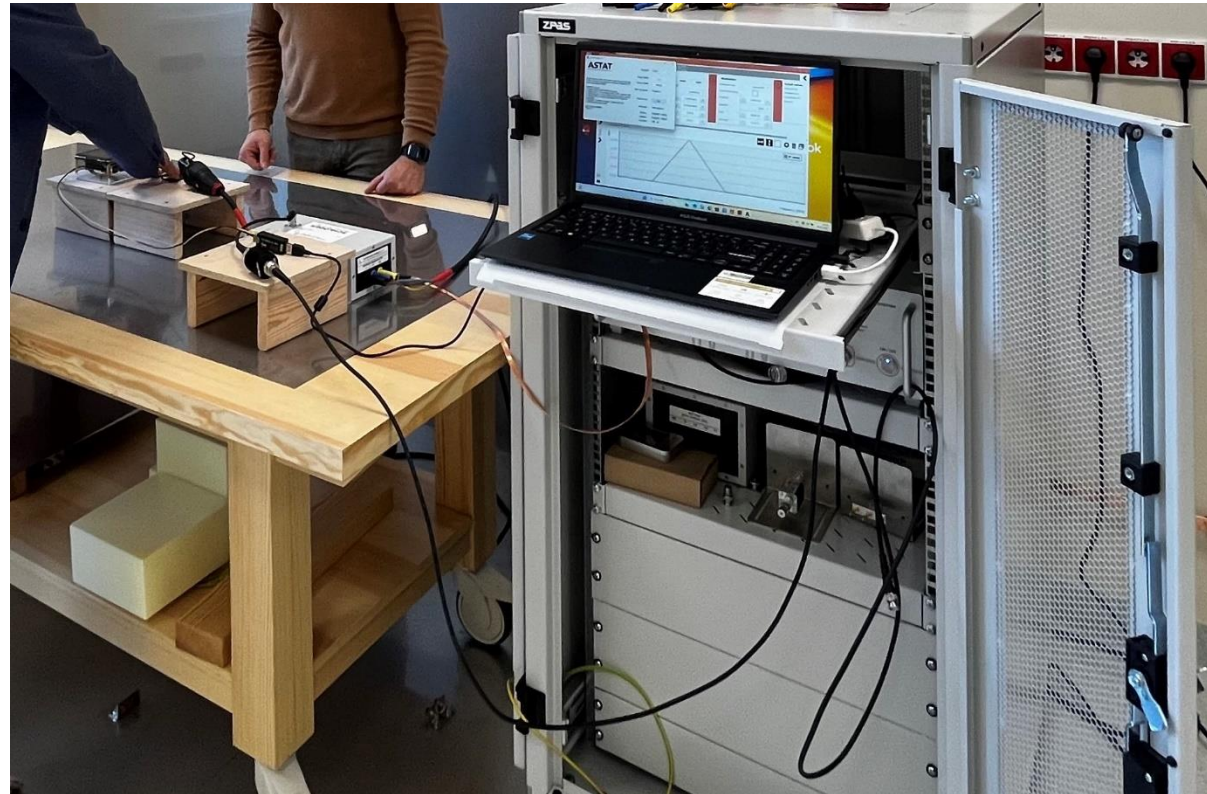
W przypadku potwierdzenia liniowości test polega na sprawdzeniu czy po zwiększeniu wzmocnienia o 5.1 dB wzmacniacz jest ciągle liniowy w trybie modulacji amplitudowej. Tolerancja dla niniejszego testu o ± 2 dB. Przykładowy wynik testu liniowości znajduje się poniżej.



Zapisz pomiary klikając na ikonę dyskietki! W innym przypadku stracimy wynik dotychczasowej pracy!!!

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

By wykonać badanie odporności przewodzonej EUT musimy zmodyfikować stanowisko pomiarowe. W tym przypadku należy odłączyć kalibratory od sieci CDN oraz sam kabel z złączą „RF in”. Zestawione stanowisko odporności przewodzonej jest widoczna na zdjęciu poniżej.

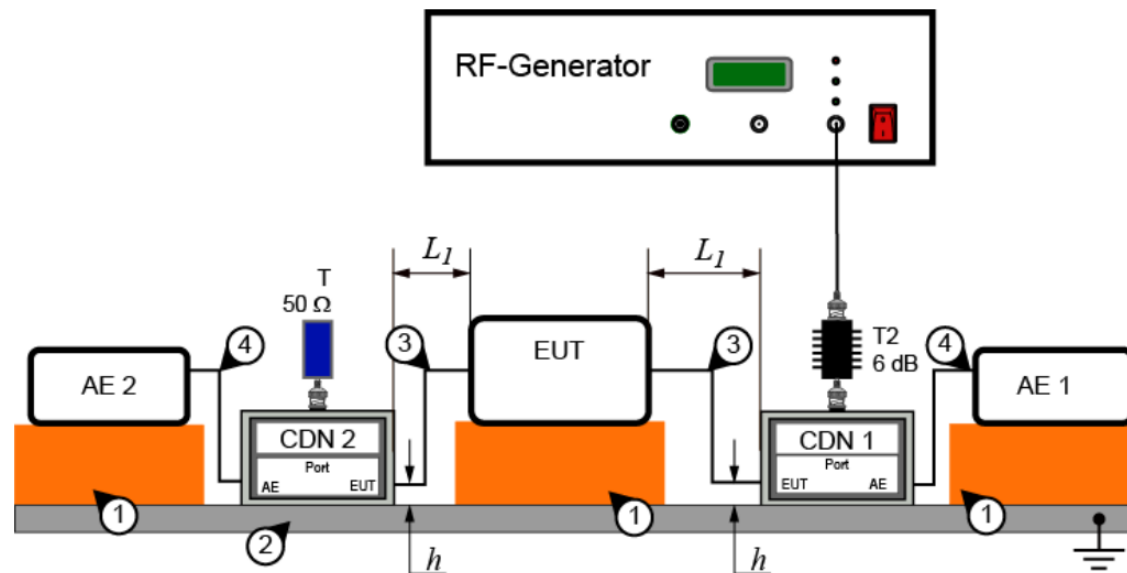


37

[illegible]

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

EUT ustawiamy na drewnianych dystansach zapewniając odległość badanego EUT do płaszczyzny uziemionej na wysokości 10 cm. Sama odległość badanego EUT od sieci CDN (długość L_1) to minimalnie 10 cm, a maksymalnie 30 cm. Jest to zapewnione za pomocą dostarczonych przewodów wtyczek i złącz. Wysokość h zapewniona jest za pomocą adapterów, ale powinna ona wynieść 3 cm. Należy też pamiętać o minimalnej odległości EUT od ściany pomieszczenia.



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

System do badania odporności przewodzonej z użyciem sieci CDN pracuje przy napięciu sieciowym! Przy podłączaniu i pracy z napięciem sieciowym należy zachować szczególną ostrożność. W przypadku niepokojących zmian, np. uszkodzona/zerwana izolacja kabli zasilających, należy zaprzestać pracy, zgłosić prowadzącemu zajęcia i wymienić uszkodzony element.

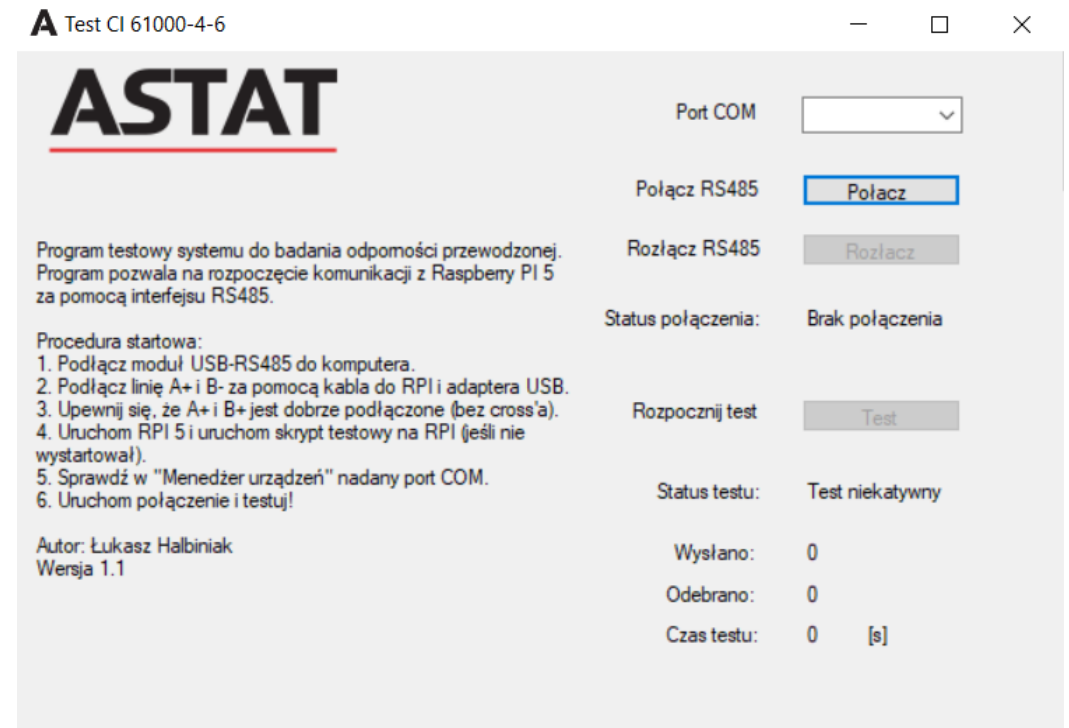
Badanie odporności na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola w zakresie częstotliwości radiowych – PN-EN 61000-4-6 – Badanie

Po odpowiednim podłączeniu przewodów i konfiguracji stanowiska uruchamiamy zasilanie. Wtyczkę podłączona do sieci CDN zasilamy z gniazdka jednofazowego dostępnego w laboratorium. Na wyświetlaczu płytki DEMO -4-6, Raspberry Pi, powinien pojawić się widok z terminala i krótka wiadomość o rozpoczęciu pracy.

Badanym EUT jest płytką DEMO -4-6, Raspberry Pi. Urządzenie te komunikuje się z komputerem za pomocą protokołu RS485. Dlatego też do komputera dołączono odpowiedni adapter USB-RS485 (Produkt producenta WAVESHARE). Na komputerze znajduje się dedykowane oprogramowanie umożliwiające komunikację i test z użyciem płytki DEMO -4-6, Raspberry Pi. Należy więc następnie upewnić się, że adapter RS485 jest połączony za pomocą przewodów z płytką rozwojową Raspberry Pi. Jest to przewód żółto-czarny zakończony odpowiednią zieloną wtyczką.

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

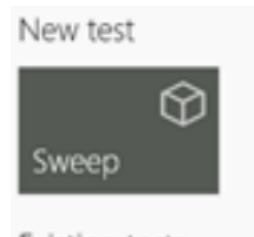
Na komputerze systemu do badania odporności znajduje się oprogramowanie komunikacyjne. Należy je uruchomić (na pulpicie odpowiednia ikona). Za pomocą menedżera urządzeń należy sprawdzić na którym porcie COM dostępny jest adapter RS485. Następnie wystarczy wybrać w oprogramowaniu odpowiedni port COM i nacisnąć przycisk „Połącz”. Odpowiedni komunikat pojawi się w okienku. Kliknięcie przycisku „Rozłącz” zakończy połączenie z adapterem RS485. Naciśnięcie przycisku „Test” uruchomi licznik i komunikację pomiędzy komputerem a płytką DEMO -4-6, Raspberry Pi. Będzie to widoczne za pomocą miejsca na komunikację „Wysłano” i „Odebrano”. Co jedną sekundę komputer będzie wysyłał wiadomość do Raspberry Pi. Zadaniem płytki DEMO -4-6, Raspberry, jest otrzymanie wiadomości i jej odesłanie z powrotem do komputera.



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

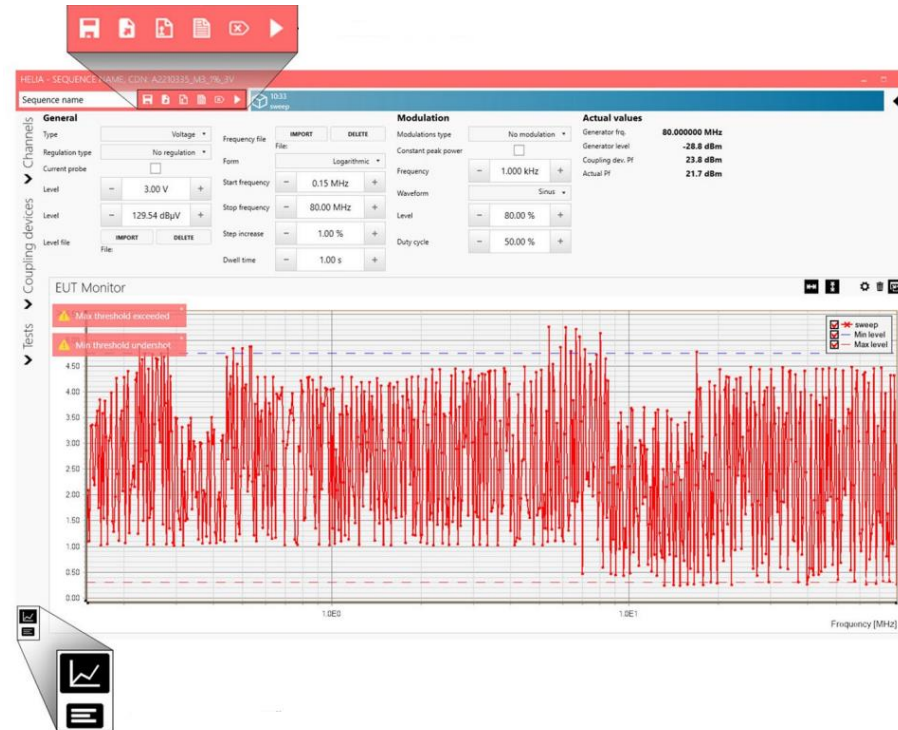
Wystąpienie zaburzenia EUT będzie widoczne w oprogramowaniu na komputerze PC jako błędny ciąg znaków, który wysłała płytką DEMO -4-6, Raspebrry Pi lub zawieszenie komunikacji (brak otrzymanej wiadomości od EUT).

Gdy komunikacja pomiędzy płytką DEMO -4-6, RPI, a komputerem została ustalona przystępujemy do wykonania testu i narażenia EUT. W głównym menu oprogramowania Helia wybieramy ikonę „Sweep” przy wybranym pliku kalibracyjnym.



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

Pojawi się menu konfiguracji testu. Przykładowy wykonany test z użyciem niniejszego oprogramowania przedstawia rysunek poniżej. W menu testu należy wybrać poziom testowy (np. 10 V), zakres częstotliwości, krok częstotliwości, „Dwell time” (czas narażenia dla konkretnej częstotliwości), oraz parametry samej modulacji AM.



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

1. Ustawienie parametrów testu zgodnie z prezentacją

- Rozpoczęcie badania i obserwacja zachowania badanego urządzenia

Proponuje się wykonać test przy następujących warunkach:

- Poziom testowy: 10 V
- Zakres częstotliwości: od 150 kHz do 80 MHz.
- Krok: 1%
- Czas utrzymania (Dwell time): 1 sekunda
- Dla modulacji AM ustawić: częstotliwości 1 kHz z poziomem 80%.

Zadania dodatkowe:

- * Obniżenie poziomu testowego w celu określenia poziomu wrażliwości urządzenia dla wybranego przedziału częstotliwości