



POMIARY BEZPIECZEŃSTWA URZĄDZEŃ SIECIOWYCH. Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych

Badanie odporności na ESD



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 wyładowania elektrostatyczne.
- Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami obowiązującymi na danym stanowisku badawczym.
- Zdobyć wiedzy z zakresu fizyki zjawiska.
- Poznanie zasady działania generatora wyładowań elektrostatycznych oraz sposobu jego bezpiecznej obsługi.
- Nabycie umiejętności przygotowania stanowiska do testów odporności na wyładowania elektrostatyczne.
- Poznanie procedur wykonywania badań metodą kontaktową i metodą wyładowań powietrznych.
- Zrozumienie zasad dokumentowania i interpretacji wyników badań odporności na wyładowania elektrostatyczne.
- Poznanie przykładów skutków oddziaływania wyładowań elektrostatycznych na elektronikę

Oczekiwane efekty uczenia się: w tym kształtujące umiejętności cyfrowe:

- Umiejętność obsługi generatora wyładowań elektrostatycznych.

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

- Zrozumienie znaczenia projektowania układów odpornych na wyładowania elektrostatyczne jako sposobu zwiększania trwałości i niezawodności urządzeń elektronicznych.
- Umiejętność weryfikacji kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń pod kątem poprawnego funkcjonowania w środowisku domowym i przemysłowym narażonych na wyładowania elektrostatyczne.

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – podstawowe pojęcia

➤ **Metoda wyładowań w powietrzu (AD)**

metoda badania, w której naładowana elektroda generatora testowego jest zbliżana do urządzenia badanego (EUT), aż do momentu dotknięcia EUT.

➤ **Materiał antystatyczny**

materiał wykazujący właściwości minimalizujące generowanie ładunku podczas pocierania lub oddzielania od tego samego lub innych podobnych materiałów.

➤ **Wzorcowanie**

zbiór operacji ustalających, poprzez odniesienie do wzorców, relację istniejącą w określonych warunkach między wskazaniem a wynikiem pomiaru.

➤ **Badanie zgodności**

badanie reprezentatywnej próbki sprzętu mające na celu ustalenie, czy sprzęt, w formie zaprojektowanej i wyprodukowanej, może spełnić wymagania niniejszej normy.

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – podstawowe pojęcia

➤ **Metoda wyładowań kontaktowych (CD)**

metoda badania, w której elektroda generatora testowego jest utrzymywana w kontakcie z urządzeniem badanym (EUT) lub płaszczyzną sprzęgania, a wyładowanie jest inicjowane przez przetłacznik wyładowania wewnątrz generatora.

➤ **Płaszczyzna sprzęgania**

metalowy arkusz lub płyta, do której przykładane są wyładowania w celu symulacji wyładowania elektrostatycznego do obiektów sąsiadujących z urządzeniem badanym (EUT); HCP- Pozioma Płaszczyzna Sprzęgania; VCP - Pionowa Płaszczyzna Sprzęgania.

➤ **Pogorszenie działania / degradacja**

niepożądane odstępstwo w działaniu operacyjnym dowolnego urządzenia, sprzętu lub systemu od jego zamierzonego działania.

➤ **Przyłożenie bezpośrednie**

przyłożenie wyładowania bezpośrednio do urządzenia badanego (EUT).

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – podstawowe pojęcia

- **Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)**
zdolność sprzętu lub systemu do zadowalającego funkcjonowania w swoim środowisku elektromagnetycznym bez wprowadzania niedopuszczalnych zaburzeń elektromagnetycznych do czegokolwiek w tym środowisku.
- **Wyładowanie elektrostatyczne**
transfer ładunku elektrycznego między ciałami o różnym potencjale elektrostatycznym znajdującymi się w pobliżu lub poprzez bezpośredni kontakt.
- **Kondensator magazynujący energię**
kondensator generatora ESD reprezentujący pojemność ciała ludzkiego naładowanego do wartości napięcia probierczego.
- **Urządzenie badane / urządzenie poddawane próbie (EUT)**
sprzęt poddawany badaniu

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – podstawowe pojęcia

- **Płaszczyzna odniesienia / płaszczyzna uziemienia**
płaska powierzchnia przewodząca, której potencjał jest używany jako wspólne odniesienie.
- **Czas utrzymania**
przedział czasu, w którym spadek napięcia probierczego spowodowany upływem, przed wyładowaniem, nie jest większy niż 10%.
- **Odporność na zaburzenie**
zdolność urządzenia, sprzętu lub systemu do działania bez pogorszenia jakości w obecności zaburzenia elektromagnetycznego.
- **przyłożenie pośrednie**
rzyżożenie wyładowania do płaszczyzny sprzęgania w pobliżu urządzenia badanego (EUT) w celu symulacji wyładowania od personelu do obiektów sąsiadujących z EUT.

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – podstawowe pojęcia

➤ **Czas narastania**

przedział czasu między chwilami, w których wartość chwilowa impulsu po raz pierwszy osiąga określone dolne i górne granice (najczęściej 10% i 90%)

➤ **Weryfikacja / sprawdzenie**

zbiór operacji służących do sprawdzenia systemu aparatury badawczej (np. generatora testowego i kabli połączeniowych) oraz wykazania, że system testowy funkcjonuje poprawnie.

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 - Fizyka zjawiska

Zjawisko „wyładowań elektrostatycznych” w skrócie ESD (ang. Electrostatic Discharge) bazuje na zjawisku elektryzowania się ciała ludzkiego na skutek pocierania materiałów, z których wykonane są ubrania lub znajdują się w otoczeniu. Pod wpływem ruchu i wspomnianego przypadkowego pocierania różnych materiałów następuje elektryzowanie, czyli kumulowanie się ładunków elektrycznych. Naelektryzowany operator urządzenia może gwałtownie rozładować się do urządzenia, które aktualnie obsługuje. Na skutek takiego wyładowania (mała iskra) urządzenie może zareagować w nieprzewidziany sposób, zawiesić się lub nawet się uszkodzić.

Zjawisko powoduje pojawienie się bardzo szybkich impulsów napięcia, które mogą mieć amplitudę rzędu tysięcy woltów (nawet do 30kV). Norma PN-EN 61000-4-2 opisuje szczegóły związane z badaniem odporności urządzeń na wyładowania elektrostatyczne oraz w jaki sposób przygotować stanowisko.

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2

Poziomy testowe badania odporności na ESD

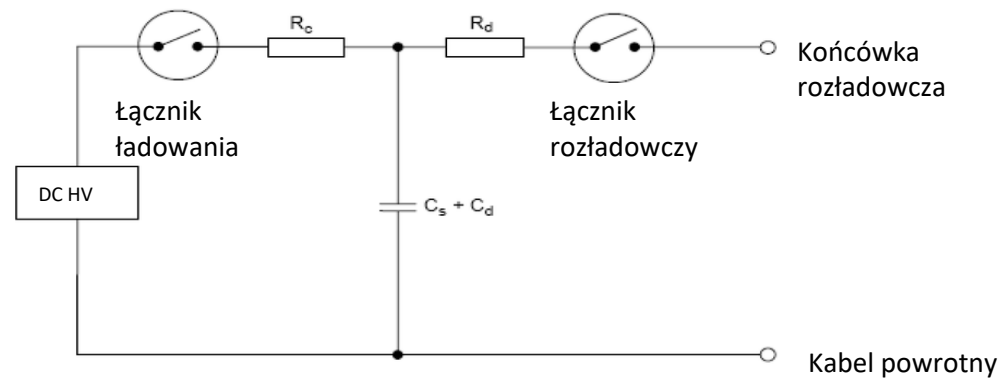
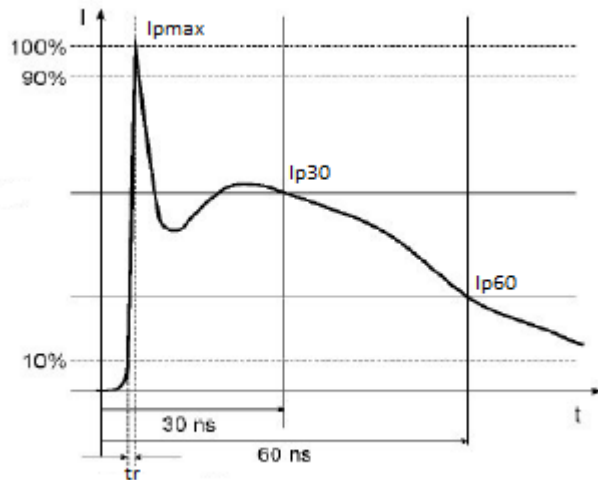
Poziom	Napięcie wyładowania kontaktowego, kV	Napięcie wyładowania w powietrzu, kV
1	2	2
2	4	4
3	6	8
4	8	15
X	specjalne	specjalne

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2

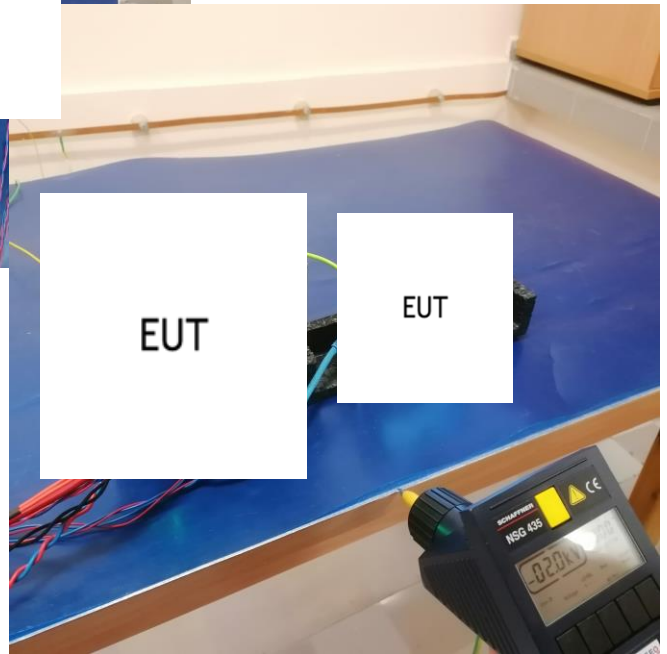
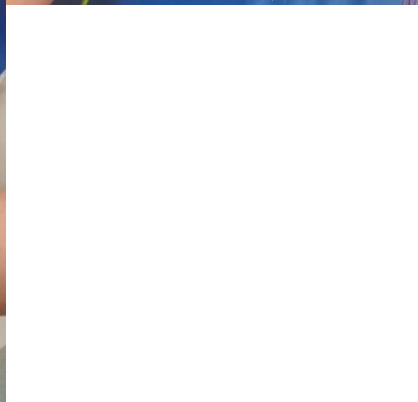
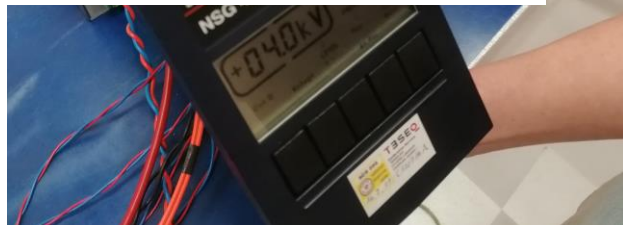
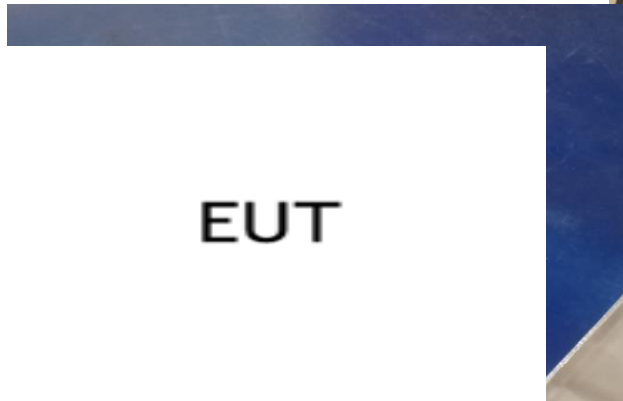
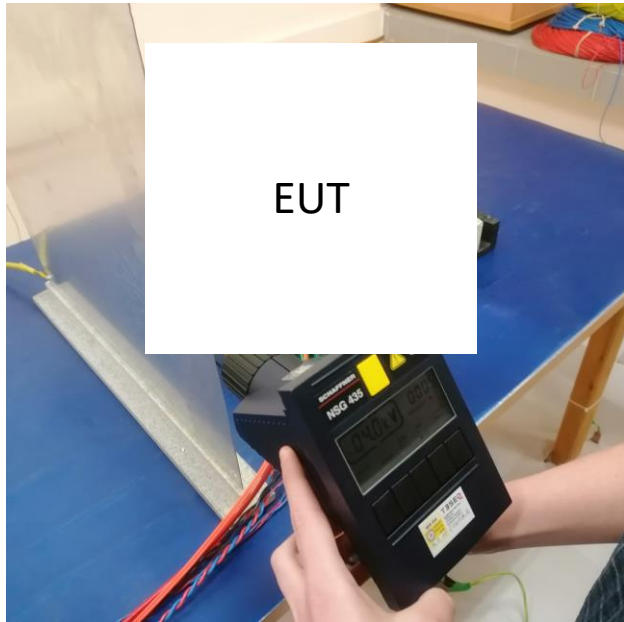
Poziom	Napięcie wskazywane U, kV	Pierwsza wartość szczytowa prądu ($\pm 15\%$) I_{pmax} , A	Czas narastania ($\pm 25\%$) t_r , ns	Prąd po 30 ns ($\pm 30\%$) I_{p30} , A	Prąd po 60 ns ($\pm 30\%$) I_{p60} , A
1	2	7,5	0,8	4	2
2	4	15	0,8	8	4
3	6	22,5	0,8	12	6
4	8	30	0,8	16	8

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2

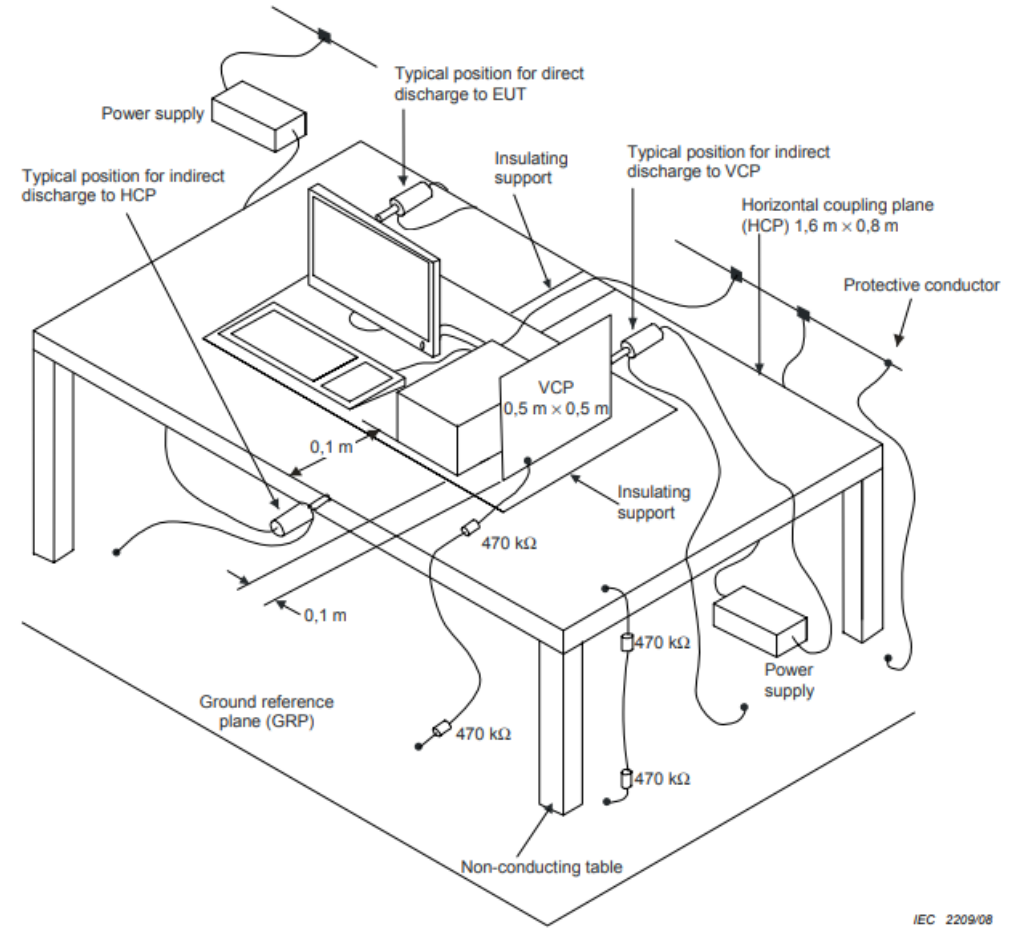
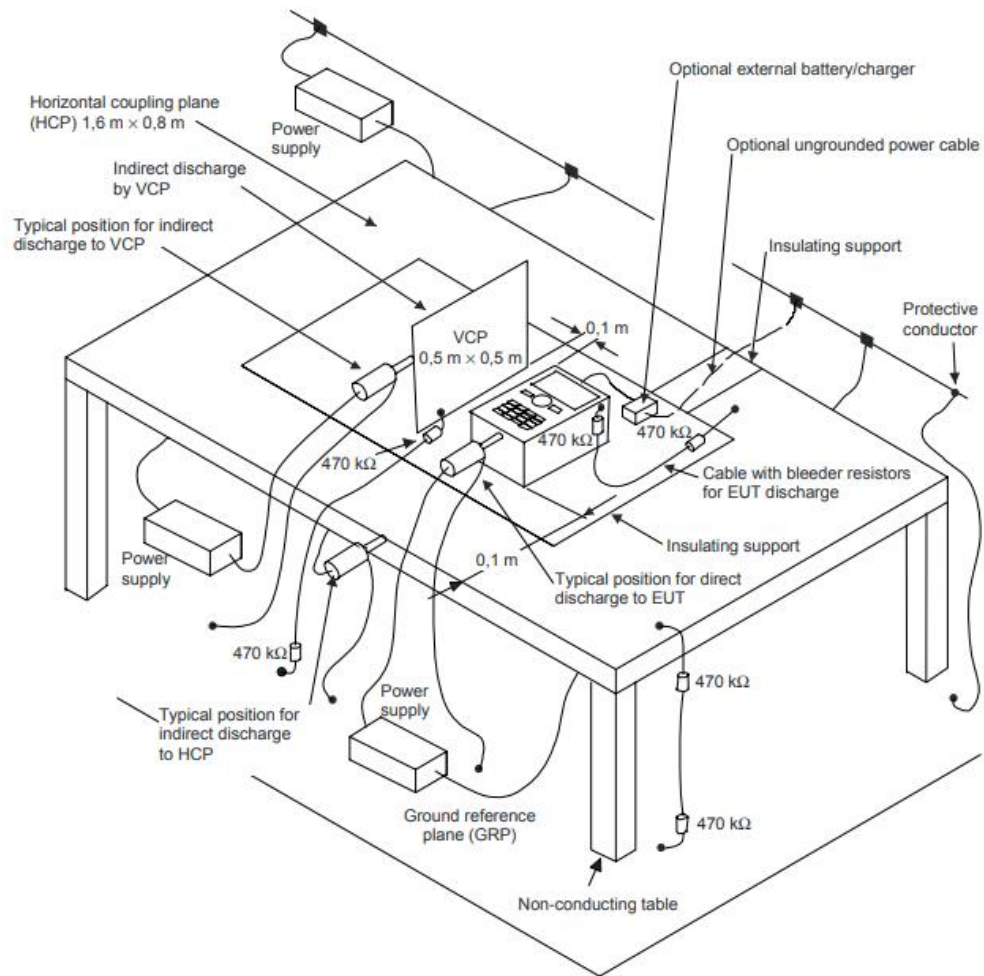
Schemat stanowiska do badań



Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2



Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2



IEC 2209/08

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Plan badań

Badania należy wykonać, narażając EUT wyładowaniami bezpośrednimi i/lub pośrednimi, zgodnie z planem badań. Powinien on zawierać:

- określenie reprezentatywnych warunków pracy EUT;
- określenie, czy EUT należy badać jako ustawiane na stole, czy jako ustawiane na podłodze;
- punkty, do których mają być przykładane wyładowania;
- określenie dla każdego punktu, czy należy stosować wyładowanie kontaktowe, czy metodą powietrzną;
- poziomy probiercze, które mają być zastosowane;
- liczbę wyładowań do zastosowania w każdym punkcie przy badaniu na zgodność;
- określenie, czy mają być również wykonane badania w miejscu zainstalowania.

W celu ustalenia niektórych aspektów planu badań konieczne może być wykonanie pewnych badań rozpoznawczych.

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 - Badanie

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 ESD – PN-EN 61000-4-2 – Sprawozdanie z badań

Sprawozdanie z badań powinno zawierać wszelkie informacje niezbędne do powtórzenia badania. W szczególności należy odnotować:

- dane identyfikacyjne EUT i wszelkich urządzeń towarzyszących, na przykład nazwę producenta, typ wyrobu, numer fabryczny;
- dane identyfikacyjne wyposażenia pomiarowego, na przykład nazwę producenta, typ wyrobu, numer fabryczny;
- wszelkie specjalne warunki środowiskowe, w których wykonano badanie, na przykład użycie kabiny ekranowanej;
- wszelkie specyficzne warunki umożliwiające wykonanie badania;
- poziom jakości działania określony przez producenta wyrobu, zleceniodawcę badań lub nabywcę wyrobu;
- kryterium oceny jakości działania określone w normie ogólnej, normie wyrobu lub rodziny wyrobów;
- wszelkie zjawiska w EUT obserwowane podczas i po zakończeniu stosowania zaburzeń probierczych i czas ich trwania;
- uzasadnienie decyzji dotyczącej spełnienia/niespełnienia wymagań (na podstawie kryterium oceny jakości działania określone w normie ogólnej, normie wyrobu lub rodziny wyrobów lub uzgodnione między producentem i nabywcą);
- wszelkie specyficzne warunki użytkowania, na przykład długość lub typ kabla, ekranowanie lub uziemienie, lub warunki pracy EUT, niezbędne do osiągnięcia zgodności z wymaganiami;
- warunki klimatyczne;
- rysunki i/lub fotografie stanowiska pomiarowego i ustawienia EUT.

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Konfiguracja stanowiska

Badanym urządzeniem jest elektroniczna ramka do zdjęć, na której wyświetlany jest film. Badana ramka jest zasilana z gniazda 230VAC znajdującego się na ścianie po prawej stronie stanowiska.

Generator ESD 3000 należy podłączyć do uziemionej płaszczyzny pod stołem. Należy to zrobić za pomocą przewodu / taśmy z wtyczkami bananowymi i skorzystać z dowolnego wygodnego gniazda bananowego na płaszczyźnie pod stołem.

UWAGA:

Należy uziemić płaszczyznę odniesienia (blacha na stole) za pomocą przewodu z rezystorami 470 k Ω na końcach.

UWAGA:

Na kablu/ taśmie uziemiającej znajduje się ferryt, na którym jest opisane która wtyczka bananowa powinna być podłączona do generatora ESD 3000, a która do płaszczyzny uziemionej pod stołem. Dla poprawności działania systemu należy się stosować do oznaczeń na kablu uziemiającym.



Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Konfiguracja stanowiska

Na rysunkach widoczne jest podłączenie stanowiska do wykonywania badań ESD w zakresie **wyładowań przewodzonych**. Widoczny jest generator który wykonuje wyładowania do poziomej płaszczyzny sprzęgającej w postaci metalowej płaszczyzny na stole.

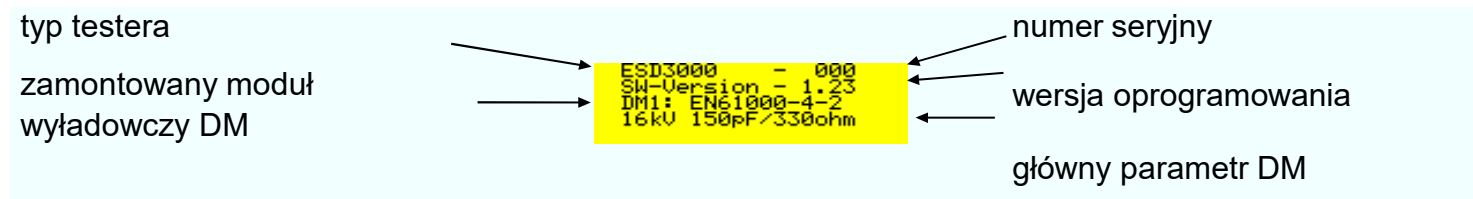


Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Konfiguracja stanowiska

Wyładowanie w powietrzu

Aby wytworzyć wyładowanie w powietrzu, należy wykonać następujące czynności:

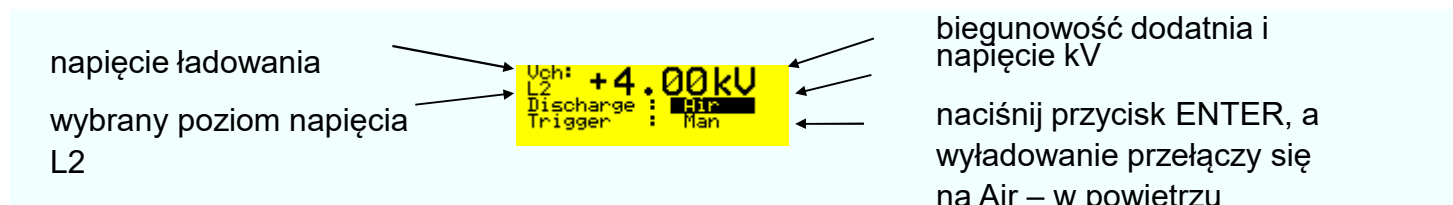
- podłącz prawidłowo przewód uziemiający do laboratoryjnego punktu
- moduł wyładowczy musi mieć założoną zaokrągloną sondę pomiarową
- naciśnij przycisk RUN na panelu sterowania testera.
- Na wyświetlaczu pojawi się logo EMC PARTNER, a po sekundzie pokaże się następujący ekran:



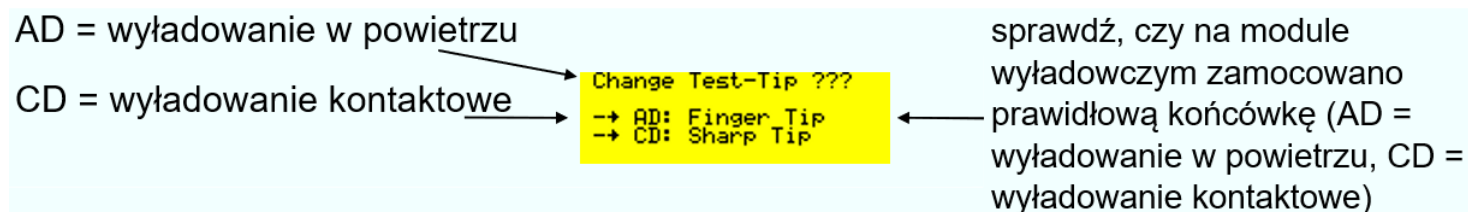
Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Konfiguracja stanowiska

Wyładowanie w powietrzu

Naciśnij ponownie przycisk RUN. Na wyświetlaczu pojawią się następujące informacje



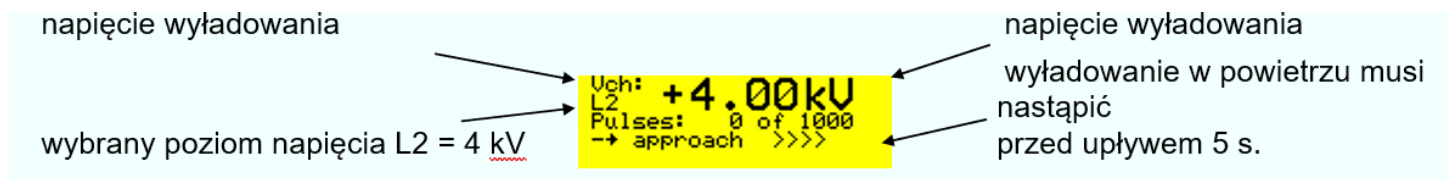
Naciśnij ponownie przycisk RUN. Na wyświetlaczu pojawią się: Ekran informacyjny



Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Konfiguracja stanowiska

Wyładowanie w powietrzu

Naciśnij dwukrotnie przycisk RUN, a następnie raz naciśnij przycisk spustu. Na wyświetlaczu pojawią się:



Gdy na wyświetlaczu pojawi się komunikat „Approach >>>>”, można przyłożyć sondę probierczą do badanego urządzenia. Na zbliżenie sondy do badanego urządzenia wyznaczono maks. 5 sekund, co odpowiada czasowi podtrzymania napięcia określonym w normie.

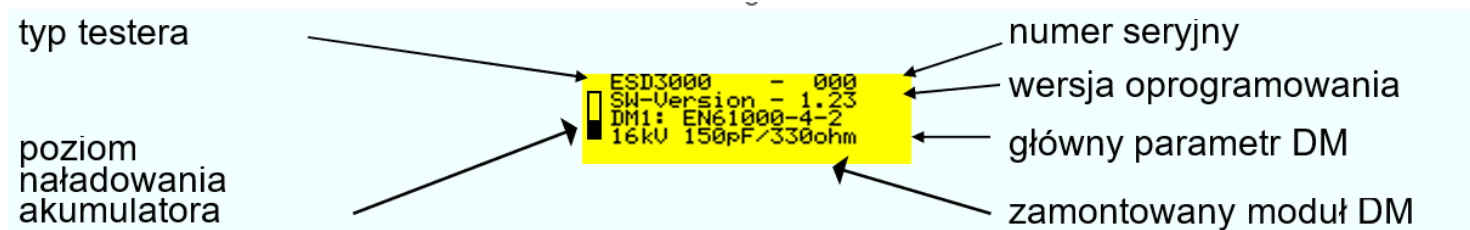
Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Konfiguracja stanowiska

Wyładowanie kontaktowe

Aby wytworzyć wyładowanie kontaktowe, należy wykonać następujące czynności:

- podłącz prawidłowo przewód uziemiający do laboratoryjnego punktu
- moduł wyładowczy musi mieć założoną zaostrzoną końcówkę
- naciśnij przycisk RUN na panelu sterowania testera.

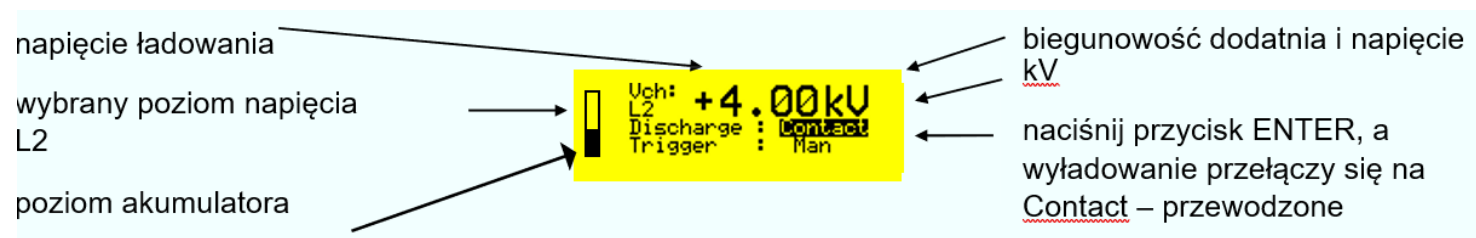
Na wyświetlaczu pojawi się logo EMC PARTNER, a po sekundzie pokaże się następujący ekran:



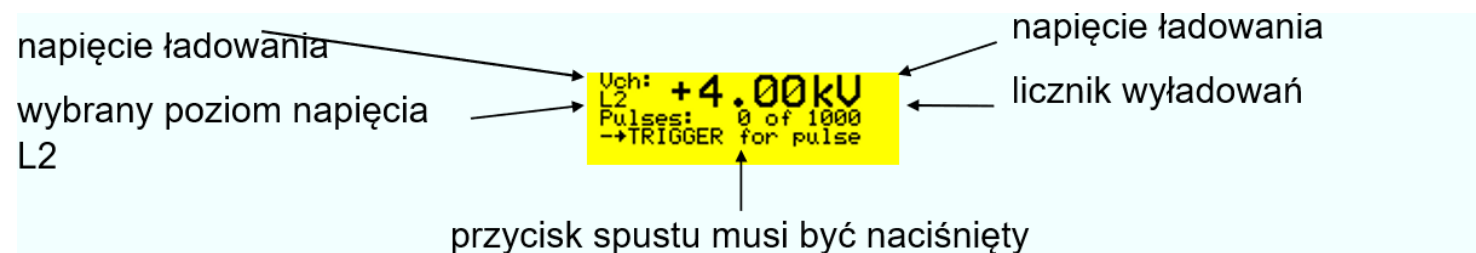
Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Konfiguracja stanowiska

Wyładowanie kontaktowe

Naciśnij ponownie przycisk RUN. Na wyświetlaczu pojawią się następujące informacje



Naciśnij ponownie przycisk RUN. Na wyświetlaczu pojawią się: Ekran informacyjny



Naciśnij przycisk RUN, a tester ESD3000 powróci do trybu głównego.

Badanie odporności na ESD – PN-EN 61000-4-2 – Zadanie

1. Ustawienie parametrów testu
2. Wystartowanie testu i obserwacja zachowania badanego urządzenia – zwrócenie uwagi na różne polaryzacje impulsów

Zadania dodatkowe:

- 1 dod. Podniesienie poziomu testowego w celu określenia poziomu wrażliwości urządzenia
- 2 dod. Próba interpretacji różnego zachowania urządzenia dla różnych polaryzacji w badaniach przeprowadzonych i powietrznych