

# ĆWICZENIE 4emc

## **TESTY ODPORNOŚCI NA ZABURZENIA IMPULSOWE, ORAZ NA ZANIKI I ZAPADY NAPIĘCIA**

### **Cel ćwiczenia**

Zapoznanie się z metodami testowymi, stanowiskiem testowym i wykonanie testów odporności wybranych urządzeń elektrycznych na zaburzenia elektromagnetyczne.

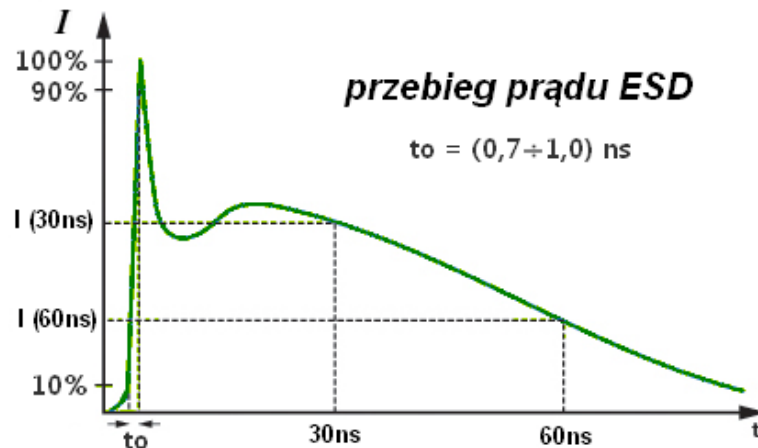
### **Część teoretyczna**

Zaburzenia elektromagnetyczną mogą być ciągłe lub impulsowe. Typowymi zaburzeniami impulsowymi są wyładowania ESD, impulsy typu BURST i impulsy typu SURGE. Impulsy te różnią się poziomami, kształtem ( czasem narastania itp.), oraz drogą propagacji. Impulsy ESD związane są głównie z ogólnym otoczeniem urządzenia, zaś impulsy BURST i SURGE są ściśle związane z przewodami urządzenia.

### **Wyładowania ESD**

Przy odpowiednich warunkach środowiska (wilgotność, temperatura, rodzaj materiału) ciała materialne (urządzenia, konstrukcje, organizmy żywe) mogą zostać naładowane energią elektryczną. Dotknięcie naładowanego elementu przez inny element przewodzący prowadzi do przepływu ładunków poprzez wyładowanie iskrowe, które wywołuje krótkie, ale silne pole elektromagnetyczne w otoczeniu. Efekt ładowania elektrostatycznego występuje m.in. gdy dwa oddzielone elementy różniące się stałymi elektrycznymi (przenikalność dielektryczna) zostają naładowane przez tarcie jednego o drugi i przekazują sobie elektrony. Zjawisku temu może zostać poddany również organizm żywy. Człowiek kiedy spaceruje po dywanie (materiał izolacyjny), może wygenerować ładunek. Z Uwagi na pojemność ciała (100 - 300 pF), ciało ludzkie może naładować się w ciągu kilku sekund do wartości napięcia nawet 20 kV. Jeśli tak naładowana osoba podejdzie do powierzchni przewodzącej – to w wyniku silnego wyładowania iskrowego przepłyną do niej ładunki (prąd impulsowy). Sytuacja ta raczej nie jest niebezpieczna dla ludzi,

niemniej jednak stanowi duże zagrożenie dla urządzeń elektronicznych. Skutkiem wyładowania elektrostatycznego do urządzenia elektronicznego może być jego uszkodzenie lub zniszczenie.



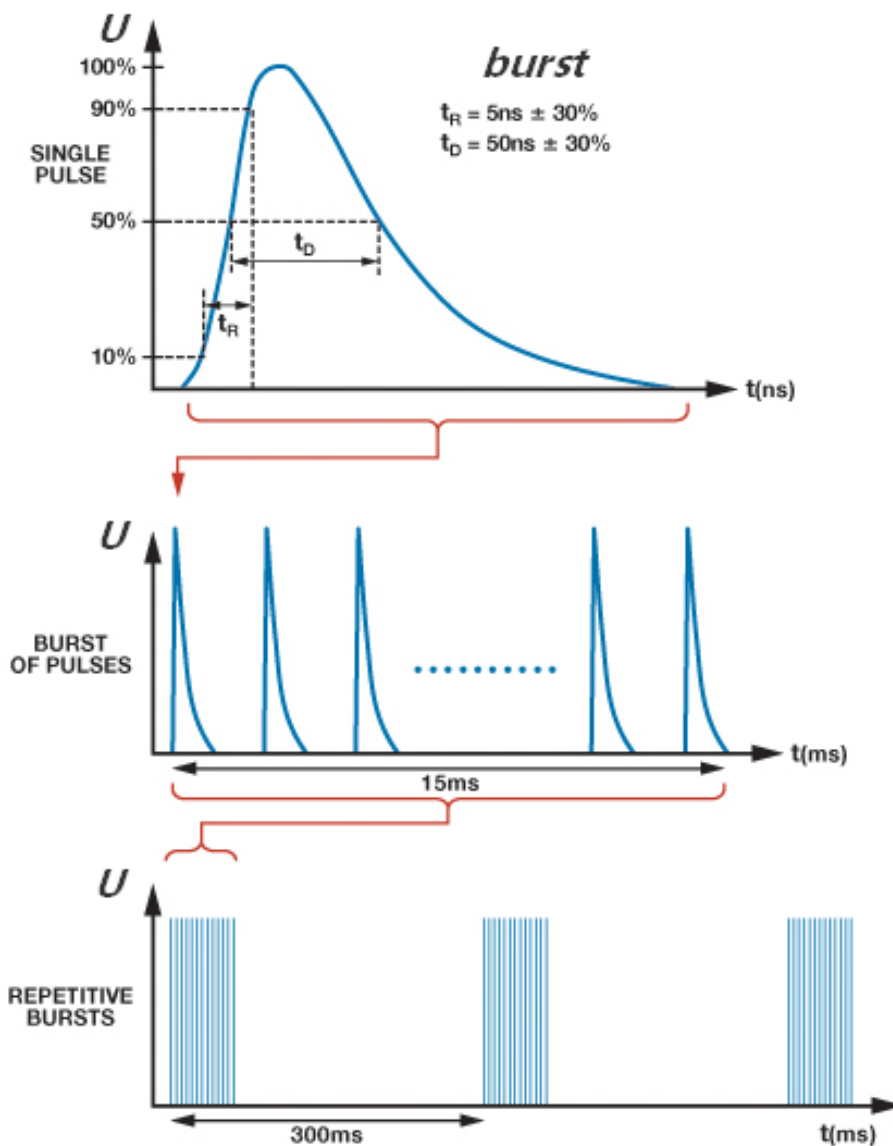
Typowy impuls wyładowania ESD opisany jest w normie PN-EN 61000-4-2.

Wysoki poziom napięcia i krótki czas narastania wyładowania wpływa na testowane urządzenie głównie przez sprzężenia magnetyczne i elektryczne wysokiej częstotliwości pomiędzy elementami elektrycznymi. Z uwagi na dużą szybkość impulsu, wyładowanie elektrostatyczne charakteryzuje się wysoką częstotliwością ekwiwalentną – szacowaną w zakresie od 30 MHz do 1 GHz.

### Impulsy typu BURST

Znaczną część zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych generują występujące tam procesy komutacji, iskrzenia, zaniki i spadki napięć. Miejscem powstawania przebiegów są zmiany prądu w układach indukcyjnych. Włączanie i wyłączanie urządzeń dużej mocy może spowodować powstawanie przebiegów. Związane jest to z działaniem dużych silników elektrycznych, zadziałaniem bezpieczników, czy ze stanami awaryjnymi. Zgodnie ze wzorem na napięcie dla obwodu indukcyjnego ( $u = L \cdot di/dt$ ) - w chwili przerywania prądu pochodna  $di/dt$  osiągnęłaby nieskończenie dużą wartość i uzyskalibyśmy nieskończenie duże napięcie. W rzeczywistości istnieją oporności i pojemności które ograniczają to napięcie. Napięcie to dodaje

się do napięcia sieciowego i może wywołać zwarcie styków wyłącznika i ponowny przepływ prądu (tzw. iskrzenie wyłącznika). Ze względu na szybkość zjawiska w praktyce dochodzi do wygenerowania paczek bardzo szybkich impulsów o malejącej amplitudzie. Szacuje się że czas narastania tych impulsów jest rzędu nanosekund, więc ich częstotliwość ekwiwalentna jest bardzo duża (dziesiątki MHz).



Typowy impuls typu BURST opisany jest w normie PN-EN 61000-4-4.

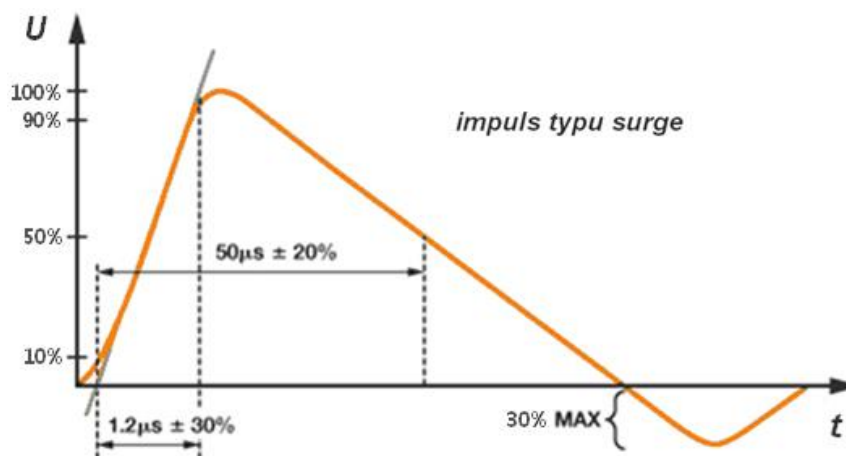
## Impulsy typu SURGE

Bardzo groźnymi zaburzeniami elektromagnetycznymi, które oddziałują na urządzenia elektryczne i elektroniczne są udary. Typowe udary związane są z indukowaniem się przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi (piorunami) występującymi w pobliżu pracujących urządzeń i sieci napowietrznych.

Parametry tych wyładowań są zależne od powierza (wilgotność, stopień jonizacji). Wśród najważniejszych mechanizmów powodujących zagrożenie urządzeń przez wyładowania atmosferyczne jest wzrost potencjału ziemi wokół miejsca bezpośredniego uderzenia pioruna, wzrost potencjału wzdłuż struktur uderzenia pioruna oraz promieniowanie elektromagnetyczne prądu wyładowania.

Powstające wokół pole elektryczne i magnetyczne są proporcjonalne do prądu wyładowania i odwrotnie proporcjonalne do odległości od toru wyładowania.

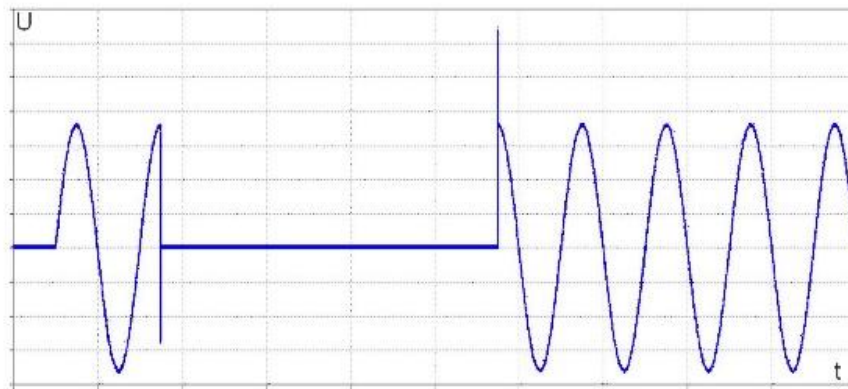
Istotnym zagrożeniem jest wyładowanie do linii energetycznych i przepływ fali wyładowania w kierunku urządzeń. Z uwagi na względnie dużą szybkość impulsu wyładowania (czas narastania rzędu mikrosekund) – prąd udarowy jest mocno tłumiony w wyniku oporu, indukcyjności linii, oraz pojemności pasożytniczych. Szacuje się że na urządzeniu końcowym może pojawić się napięcie rzędu pojedynczych kilowoltów i takie poziomy związane są ze znormalizowanym udarem typu SURGE (1kV między L-N, oraz 2kV między L-PE i N-PE).



Typowy impuls typu SURGE opisany jest w normie PN-EN 61000-4-5.

## Zaniki i zapady napięcia zasilania

W sieci elektroenergetycznej występują zaburzenia związane z pracującymi w niej urządzeniami, oraz przyczynami zewnętrznymi. Zdecydowana większość zaburzeń ma charakter krótkotrwały (do kilku sekund), ale mogą one spowodować poważne awarie. Krótkotrwałe zmiany wartości napięcia sieci zasilającej mogą spowodować błędne działanie urządzeń i systemów elektronicznych. Na zaburzenia napięcia wrażliwe są systemy informatyczne (błędy w transmisji), czy programowalne sterowniki logiczne (PLC). Zaburzenia mogą mieć charakter krótkotrwały (przebiecia, przetężenia, wahania i zapady napięcia) i długotrwały (zaniki napięcia). Zapady napięcia to obniżenie napięcia, a zaniki to brak napięcia. Wśród głównych przyczyn zapadów napięcia wymienia się zwarcia w instalacjach, pobliska praca odbiorników dużej mocy lub zmiennym obciążeniu. Przyczyną wahań napięcia są zmiany w czasie mocy biernej odbiorników dużej mocy (piece łukowe, napędy elektryczne, baterie kondensatorów).



Typowe zaniki i zapady napięcia opisane są w normie PN-EN 61000-4-11.

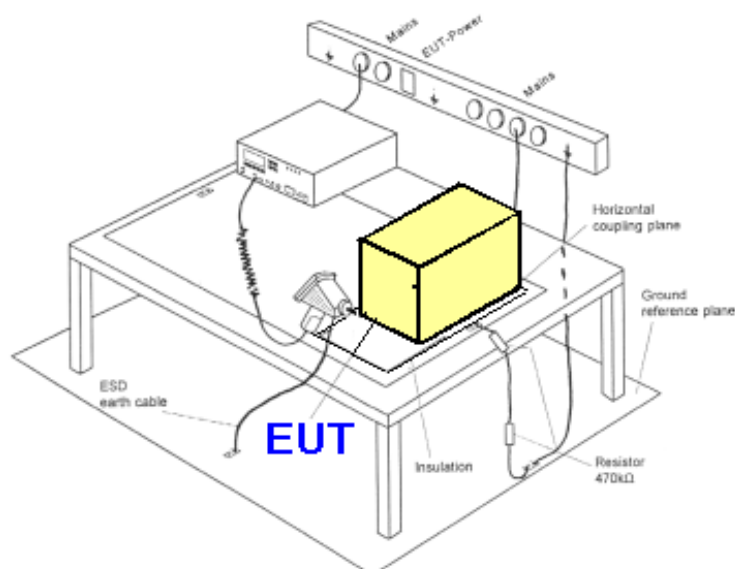
## **Stanowisko pomiarowe**

Badania dotyczące odporności na wyładowania elektrostatyczne ESD, odporności na impulsy BURST i SURGE, oraz testy na zaniki i zapady napięć wykonano z wykorzystaniem stanowiska do testów odporności. W skład stanowiska wchodzi:

- generator BEST Plus z zewnętrznym komputerem sterującym, oraz z dedykowanym oprogramowaniem,
- stół drewniany z wyposażeniem (maty, kable, podstawki).

Stanowisko testowe na poszczególnych testów zmienia swoją konfigurację.

### **Konfiguracja dla testów ESD**

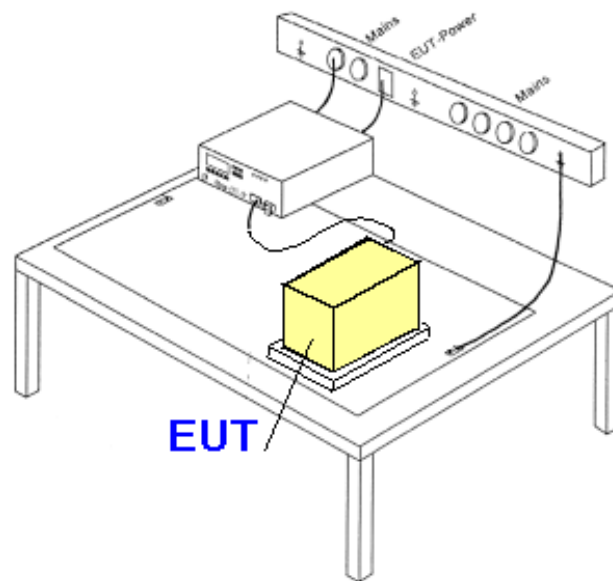


*Układ pomiarowy do badań odporności na ESD.*

Stanowisko testowe (ESD) składa się ze stołu drewnianego stojącego na płycie miedzianej (ziemia odniesienia - GRP). Na stole umieszczono generator wyładowań ESD, folię aluminiową (płaszczyzna sprzęgająca HCP – Horizontal Coupling Plane, VCP – Vertical Coupling Plane), oraz badany obiekt (EUT) na płycie izolacyjnej.

W testach wykonuje się wyładowania w powietrzu i wyładowania kontaktowe za pomocą pistoletu ESD. W przypadku wyładowań w powietrzu wykorzystuje się elektrodę o zaokrąglonym końcu. W przypadku wyładowań kontaktowych stosuje się wyładowania bezpośrednie i pośrednie. Wyładowania pośrednie wykonuje się do poziomej płaszczyzny sprzęgającej HCP i VCP. Wyładowania kontaktowe bezpośrednie wykonuje się do metalowych elementów testowanego urządzenia.

## Konfiguracja dla testów BURST



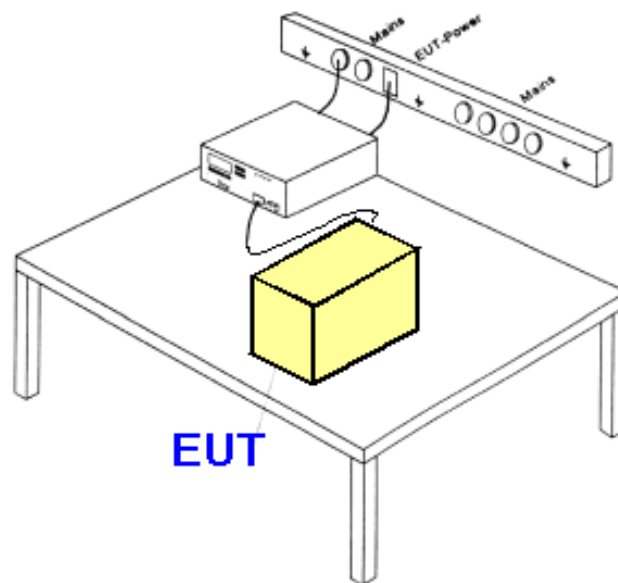
*Układ pomiarowy do badań odporności na impulsy BURST*

W badaniach wykorzystuje się poziomy probiercze dla obu polaryzacji (np.  $\pm 1\text{kV}$ ) dla wszystkich żył przewodu zasilającego (L, N, PE, L+N..). Typowe parametry generowanego zaburzenia:

- specyfikacja impulsu – 5ns/50ns,
- częstotliwość powtarzania impulsów – 5kHz,
- czas trwania pojedynczej serii impulsów - 15 ms (75 impulsów w serii),
- czas pomiędzy kolejnymi seriami impulsów – 300ms,
- czas trwania próby – 1 minuta .

Do oceny testu wykorzystuje się odpowiednie kryteria określone przez normy lub producenta.

## Konfiguracja dla testów SURGE



*Układ pomiarowy do badań odporności na impulsy SURGE.*

Badane urządzenie (EUT) umieszcza się bezpośrednio na stole .

Typowo stosuje się impulsy  $1,2\mu\text{s} / 50\mu\text{s}$  wprowadzone do przewodów zasilania.

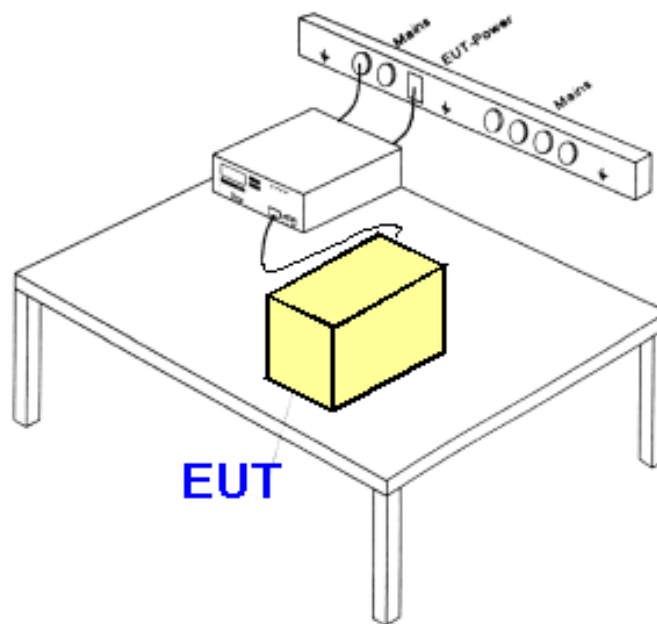
Impulsy podaje się synchronicznie z napięciem zasilającym (np.  $0$ ,  $90^\circ$  i  $270^\circ$ ).

Napięcie probiercze przykładają się pomiędzy przewody  $L-N$  (np.  $\pm 1\text{kV}$ ) i pomiędzy przewody  $L-PE$ , oraz  $N-PE$  (np.  $\pm 2\text{kV}$ ) . Wprowadza się 5 dodatnich i 5 ujemnych uderzeń w każdym przypadku. Czas między dwoma uderzeniami wynosi typowo 60 sekund.

Do oceny testu wykorzystuje się odpowiednie kryteria określone przez normy lub producenta.



## Konfiguracja dla testów PQT



*Układ pomiarowy do badań przerw i zapadów napięcia.*

Typowe parametry zaburzeń związane z zanikiem i zapadem napięcia są opisane w normie PN-EN 61000-4-11.

Poziomy probiercze dotyczące zapadów to głównie 0%, 40% i 70% napięcia zasilania. Czas trwania tych zaburzeń to 1/2T, 1T, 5T, 10T, 25T, 50T (T- okres częstotliwości sieciowej). Badania przeprowadza się dla każdej konfiguracji wykonując 3 zapady napięcia w odstępach 20-sekundowych. W normach wyrobu można spotkać się z nietypowymi parametrami zaników i zapadów napięć.

### **Część praktyczna**

W sprawozdaniu należy zamieścić wyniki testów wybranych urządzeń elektrycznych, podać kryteria oceny i dokonać opisu tych wyników.