

KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA - BEZPIECZEŃSTWO URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH.

Zagadnienia z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej, aspekty prawne i wymogi EMC stawiane urządzeniom w świetle możliwości laboratorium pomiarowego „METROL”.

1. WPROWADZENIE DO ZAGADNIEŃ KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ.

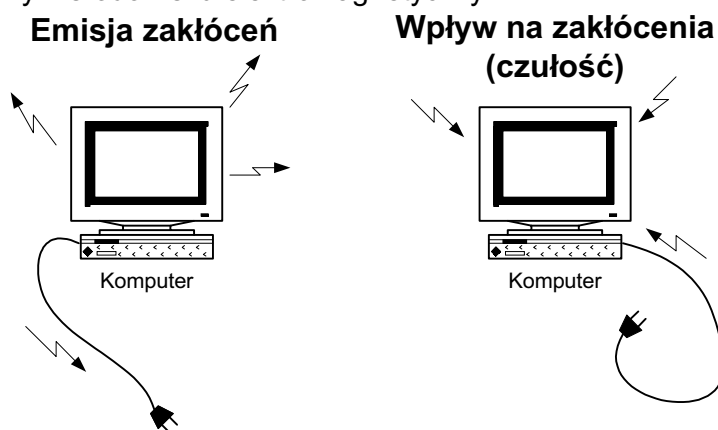
Nieustanny wzrost liczby różnego rodzaju układów i urządzeń elektronicznych stosowanych w środowisku przemysłowym i gospodarstwach domowych jest przyczyną powstawania zjawiska wzajemnego oddziaływania urządzeń na siebie. Niekontrolowane oddziaływanie pracujących w sąsiedztwie urządzeń może prowadzić do nieprawidłowej pracy bądź nawet do trwałego uszkodzenia wywołanego zakłóceniami. Pojawianie się niepowołanych relacji między pracującymi w danej grupie urządzeniami stwarza problem zgodnego współistnienia grupy pracujących urządzeń w danym środowisku elektromagnetycznym, czyli spełnienia przez tą grupę kryteriów kompatybilności elektromagnetycznej.

1.1. Kompatybilność elektromagnetyczna.

Kompatybilność elektromagnetyczna (Electromagnetic Compatibility – EMC) - zdolność danego urządzenia elektrycznego lub elektronicznego do poprawnej pracy w określonym środowisku elektromagnetycznym i nie emitowanie zaburzeń nie tolerowanych przez inne urządzenia pracujące w tym środowisku. Termin "zaburzenie elektromagnetyczne" oznacza przyczynę, czyli zjawisko elektromagnetyczne, które może powodować "zakłócenie", czyli degradację pracy urządzenia.

Z kompatybilnością elektromagnetyczną związane są dwa aspekty:

- *aspekt emisyjności* - urządzenie lub system nie generuje zakłóceń elektromagnetycznych przekraczających poziomy zakłóceń tolerowanych przez wszystkie inne urządzenia, znajdujące się w danym środowisku;
- *aspekt odporności* - zdolność danego urządzenia lub systemu do zadowalającego działania w danym środowisku elektromagnetycznym.

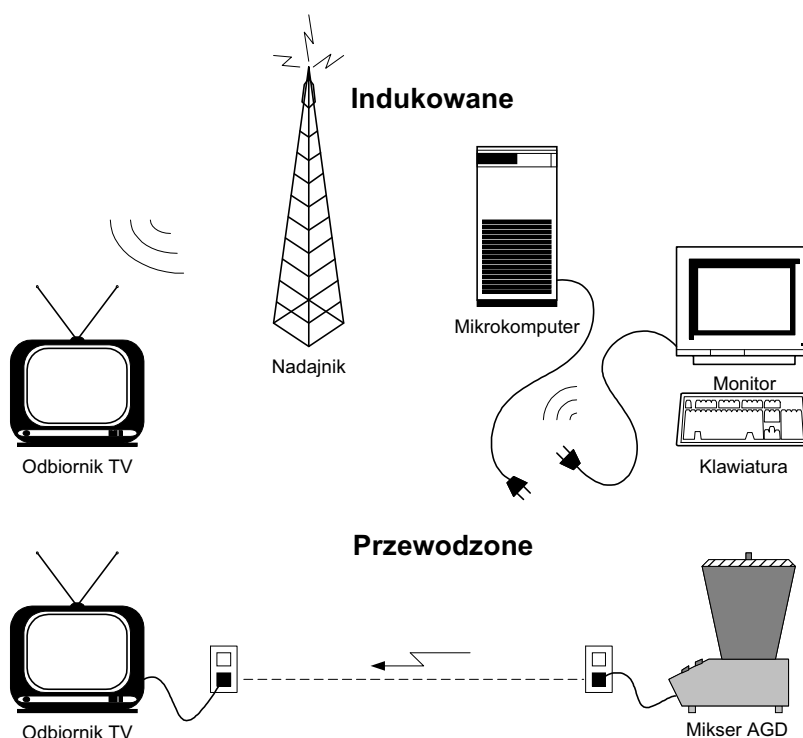


Rysunek 1. Emisja i wpływ zakłóceń na urządzenie elektryczne.

1.2 Mechanizmy oddziaływania na siebie urządzeń.

Występują dwa mechanizmy oddziaływania na siebie urządzeń pracujących w grupie w danym środowisku elektromagnetycznym:

- zakłócenia przewodzone, które oddziałują na pracujące w grupie urządzenia poprzez sieć zasilającą w zakresie częstotliwości $9 \text{ kHz} \div 30 \text{ MHz}$
- zakłócenia indukowane, które oddziałują na grupę pracujących urządzeń poprzez pole elektromagnetyczne w zakresie częstotliwości od 30 MHz do 1 GHz



Rysunek 2. Mechanizmy przenoszenia się zakłóceń.

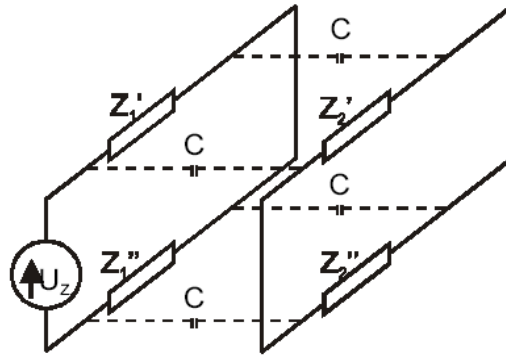
1.3 Zakłócenia i ich rodzaje.

Zakłócenia są to niepożądane sygnały, które są przyczyną nieprawidłowej pracy układu (urządzenia).

Układ (urządzenie) będący pod wpływem zakłóceń może ulec uszkodzeniu trwałemu (katastroficznemu) bądź przemijającemu (parametrycznemu). Zazwyczaj sygnałów niepożądanych nie można w pełni wyeliminować lecz można je sprowadzić do takiego poziomu by nie powodowały zakłóceń w pracy grupy urządzeń będących w danym środowisku elektromagnetycznym. Należy przy tym zwrócić uwagę na to, iż sygnał użyteczny w jednym układzie może na skutek sprzężeń być sygnałem zakłócającym w innym układzie.

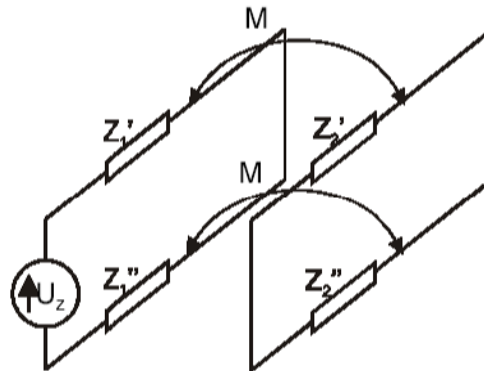
1.3.1. Rodzaje sprzężeń zakłóceń.

- Sprzężenie pojemnościowe – wytwarzane przez przewody obwodu zakłócającego pole elektryczne wywołuje na drodze indukcji elektrycznej napięcie w przewodach obwodu wrażliwego.



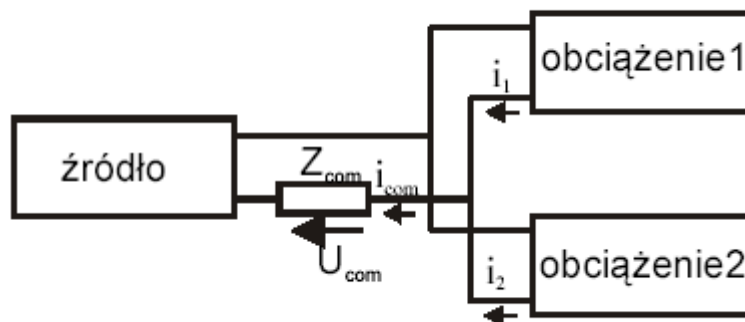
Rysunek 3. Sprzężenie pojemnościowe.

- Sprzężenie indukcyjne - strumień magnetyczny wytworzony przez linię zakłócającą przenika częściowo przez pętle tworzone przez obwody układu zakłócanego.



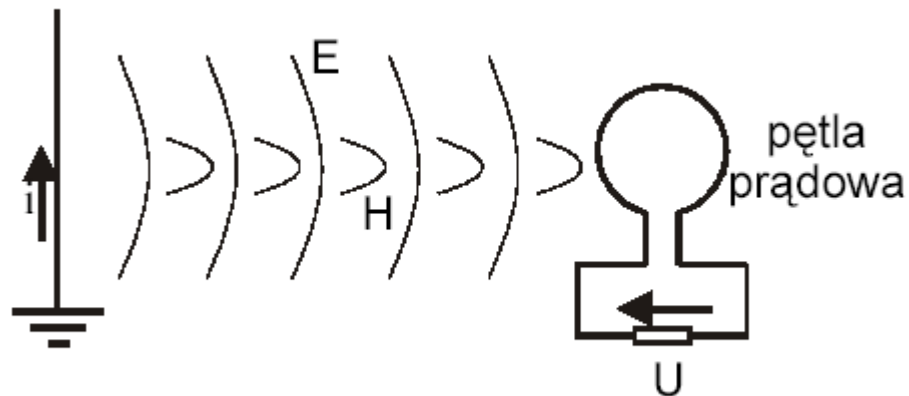
Rysunek 4. Sprzężenie indukcyjne.

- Sprzężenie poprzez wspólną gałąź prądową (gdy dwa lub więcej obwodów wykorzystuje ten sam przewód powrotny).



Rysunek 5. Sprzężenie przez wspólną gałąź prądową.

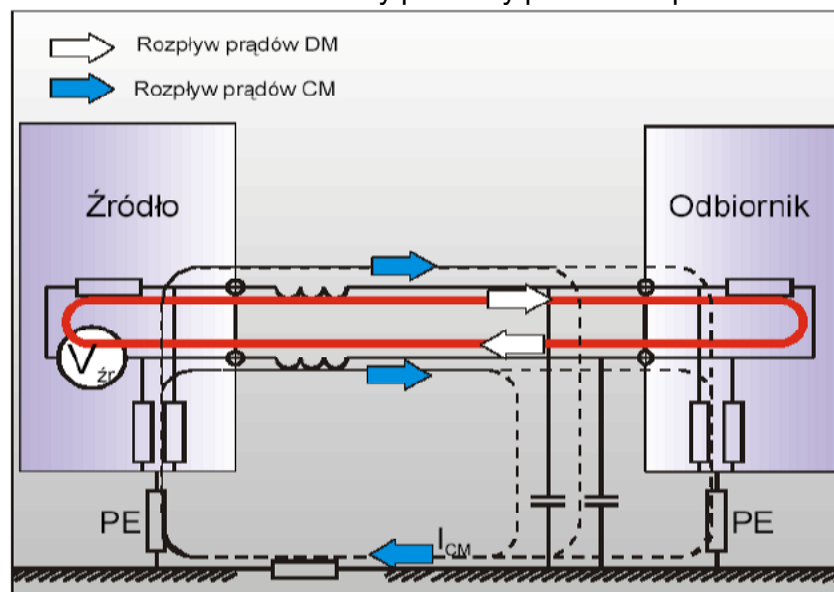
- Sprzężenie poprzez pole elektromagnetyczne.



Rysunek 6. Sprzężenie poprzez pole elektromagnetyczne.

1.3.2. Znaczenie zakłóceń wspólnych (CM) i różnicowych (DM).

- Zakłócenia różnicowe - zamykają się one w tych samych obwodach co prądy robocze, wpływają bezpośrednio na pracę urządzeń – aspekt odporności. Zakłócenia różnicowe DM mogą ulegać konwersji na zakłócenia wspólne.
- Zakłócenia wspólne - są one głównym problemem kompatybilności. Zakłócające sygnały wspólne emitują pola znacznie silniejsze niż różnicowe, a ich obwody są bardziej wrażliwe na pola zewnętrzne, szczególnie w zakresie częstotliwości między 1MHz a 200MHz oraz w układach impulsowych. Związane jest to z oddaleniem przewodów roboczych i instalacji uziemienia (pętla) oraz z tym, że pola wytwarzane przez poszczególne przewody dodają się. Na zasadzie wzajemności, mogą przekształcać się w zakłócenia różnicowe i stanowić wtedy poważny problem odporności.



Rysunek 7. Rozpływ prądów dla zakłóceń różnicowych i wspólnych.

2. Bezpieczeństwo wyrobów przemysłowych - aspekty prawne.

Od 1 stycznia 1996 roku w krajach członkowskich obowiązuje dyrektywa Unii Europejskiej dotycząca kompatybilności elektromagnetycznej (EMC Directive 89/336/EEC). W jej wyniku powstały kryteria (tzw. normy zharmonizowane) jakie w zakresie emisji i odporności na zaburzenia muszą być spełnione przez wprowadzane na rynek urządzenia elektryczne i elektroniczne. Ponadto to każde wprowadzone urządzenie do sprzedaży musi posiadać certyfikat zgodności CE.

Oznakowanie CE na urządzeniu informuje nabywcę - użytkownika, że dany wyrób spełnia wymagania zasadnicze zawarte w Dyrektywach Rady Europy i krajowych regulacjach prawnych (określonych np. dla sprzętu elektrycznego w zakresie bezpieczeństwa użytkowania w rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 marca 2003 roku oraz innych rozporządzeń m.in. związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną). Informacja ta gwarantuje użytkownikowi, że urządzenie z tym znakiem jest bezpieczne w eksploatacji, odporne na zaburzenia elektromagnetyczne i samo nie jest źródłem zaburzeń mogących spowodować zakłócenia w pracy innych urządzeń. Wzór znaku CE znajduje się poniżej:



Rysunek 8. Znak zgodności wyrobu.

Producent, aby umieścić oznaczenie CE na swoim wyrobie powinien:

- stwierdzić, czy wyrób podlega którejś z dyrektyw Nowego Podejścia czyli akty prawne muszą być przestrzegane w krajach członkowskich Unii Europejskiej. Obowiązują one zatem wszystkich producentów, importerów i dystrybutorów, wprowadzających produkty na Jednolity Rynek Unii Europejskiej. Obowiązek stosowania się do Dyrektyw Nowego Podejścia przyjęto także w Norwegii, Islandii i Księstwie Lichtenstein;
- stwierdzić, czy wyrób spełnia zasadnicze wymagania określone w dyrektywie bądź dyrektywach, którym podlega;
- zapoznać się z treścią odpowiednich dla danego wyrobu europejskich norm zharmonizowanych i ewentualnie dostosować do nich wyrób, gdzie norma zharmonizowana z poszczególnymi dyrektywami tworzy normy techniczne, obowiązujące w krajach członkowskich Unii Europejskiej. Są one opracowywane i ustanawiane przez trzy europejskie organizacje normalizacyjne (CENELEC - elektrotechnika, ETSI - telekomunikacja, CEN - pozostałe branże). Normy te zawierają konkretne rozwiązania i wymagania techniczne;
- wypełnić procedurę oceny zgodności określoną w dyrektywie bądź dyrektywach;
- przygotować dokumentację techniczną zawierającą elementy wymagane przez daną dyrektywę bądź dyrektywy;
- sporządzić i podpisać deklarację zgodności CE, czyli oświadczenie producenta, jego upoważnionego przedstawiciela lub importera stwierdzające na jego wyłączną odpowiedzialność, że wyrób jest zgodny z zasadniczymi wymaganiami;
- umieścić na wyrobie oznaczenie CE.

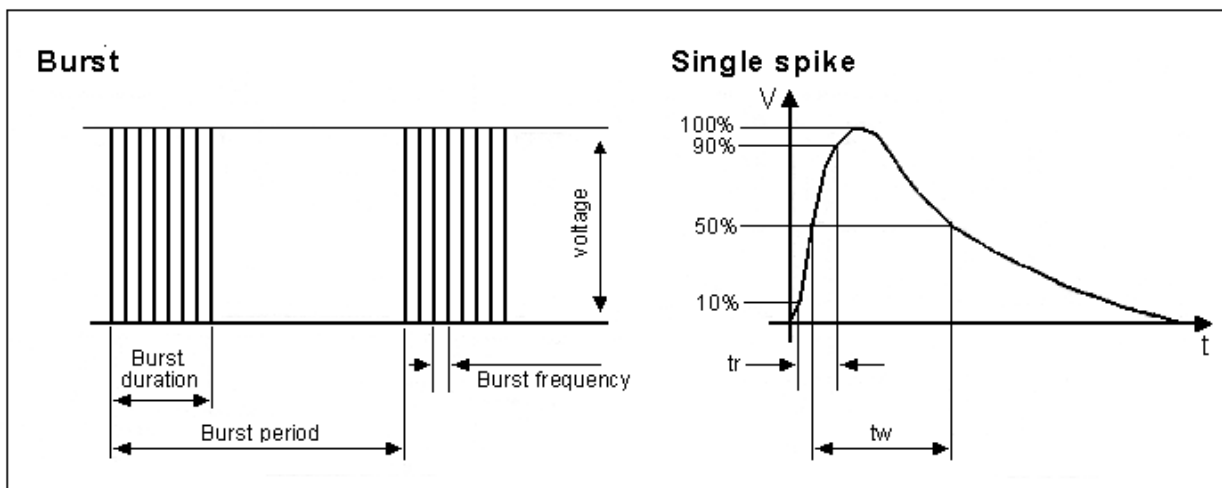
3. Możliwości laboratorium pomiarowego METROL z zakresu badań EMC.

Laboratorium pomiarowego „METROL” dzięki wzrastającemu zainteresowaniu tematyką kompatybilności elektromagnetycznej, stworzyło nowoczesne stanowisko pomiarowe do badania zjawisk z zakresu EMC. Aby ocenić odporność urządzenia na zakłócenia konieczne jest przeprowadzenie stosownych badań na spełnienie wymagań określonych w przedmiotowych normach (PN-EN 61000-4-2, PN-EN 61000-4-3, PN-EN 61000-4-4, PN-EN 61000-4-5, PN-EN 61000-4-6, PN-EN 61000-4-8, PN-EN 61000-4-9, PN-EN 61000-4-11).

Wyposażenie laboratorium pozwala na wykonanie badań odpornościowych EMC dla wszelkiego rodzaju urządzeń elektrycznych i elektronicznych przeznaczonych do pracy w środowisku przemysłowym bądź gospodarstwach domowych. Możliwości laboratorium pozwalają na wykonanie następujących testów na odporność:

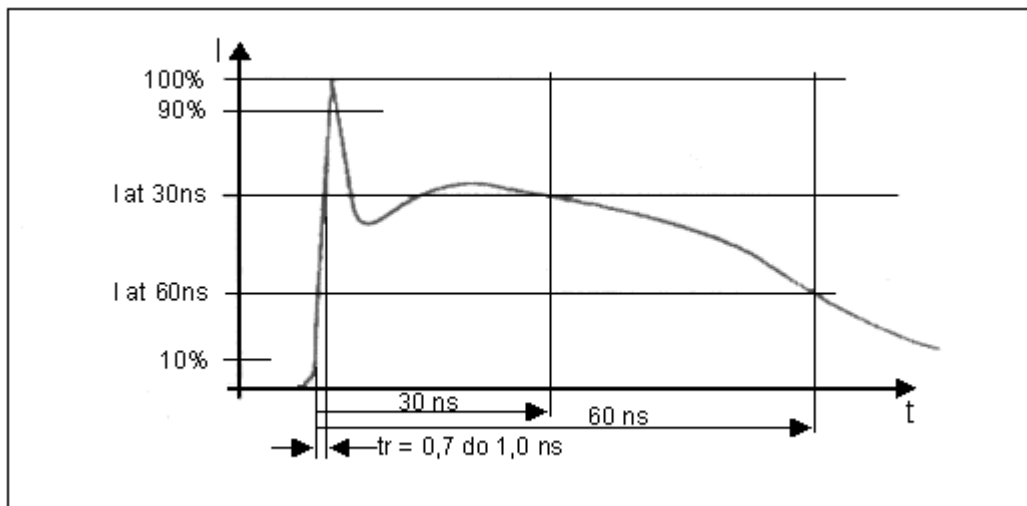
- BURST – test ten charakteryzuje się tym, iż wytwarza się serie impulsów o wysokim napięciu i krótkim czasie narastania, które symulują zakłócenia wytwarzane przez wyłączniki indukcyjnie obciążone (silniki, przekaźniki, itp.) Zakłócenia tego typu mogą wpływać na inne urządzenia w danym środowisku elektromagnetycznym w dwojaki sposób:

- Mogą być sprzęgane bezpośrednio przez sieć zasilającą, przez podłączone do tej sieci urządzenie generujące zakłócenia,
- Mogą być również sprzęgane pojemnościowo – z urządzenia zakłócającego lub zasilającego do urządzenia będącego w pobliżu.



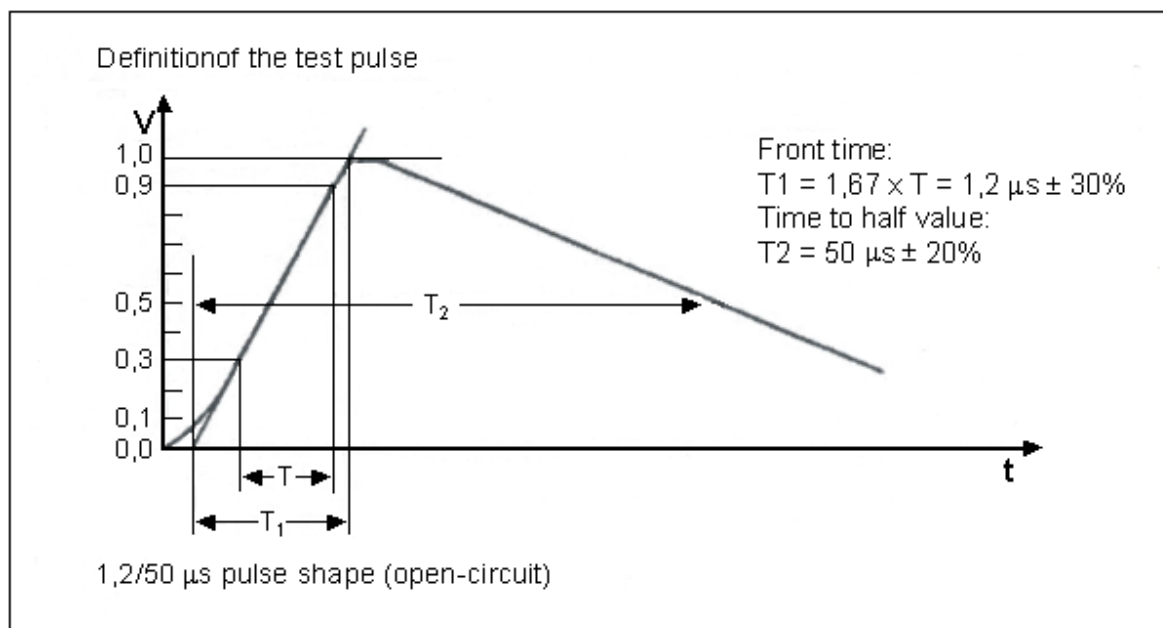
Rysunek 9. Kształt impulsu BURST.

- ESD (wyładowanie elektrostatyczne) – badanie to symuluje impulsy o wysokim napięciu, które pojawiają się w sytuacji, kiedy człowiek lub inny obiekt zostanie naładowany do napięcia powodującego przebicie izolacji (powietrza). Wyładowanie takie może nastąpić bezpośrednio poprzez kontakt z obiektem naładowanym (wyładowanie kontaktowe) lub też przez łuk elektryczny w powietrzu w pobliżu źródła (wyładowanie powietrzne).



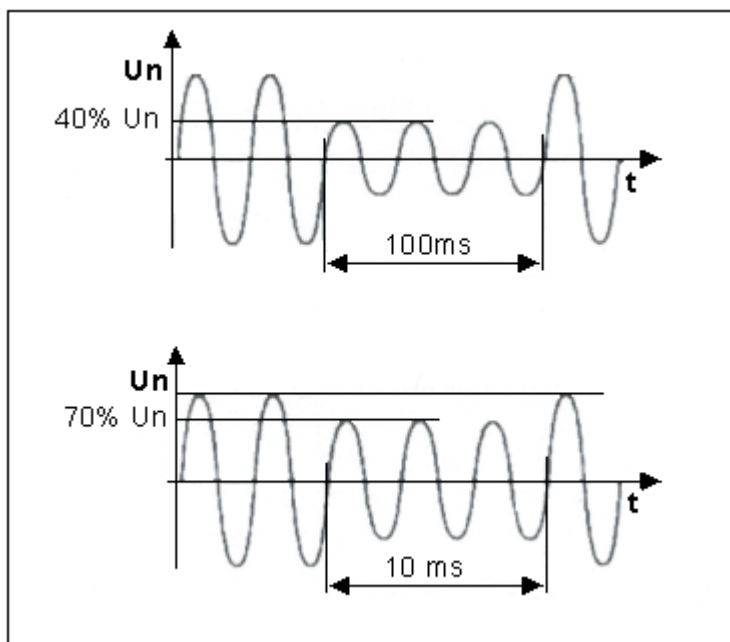
Rysunek 10. Kształt impulsu ESD.

- SURGE (udar) – test ten symuluje zakłócenia będące udarami wysokoenergetycznymi, które mogą być wywołane np. poprzez wyładowania atmosferyczne bądź przez wyłączenie dużych obciążeń. Mogą one być przenoszone przewodami zasilającymi do sieci zasilającej w skutek generowania do niej zakłóceń przez wadliwe urządzenie. Mogą się również sprzęgać pojemnościowo z przewodami innych urządzeń.



Rysunek 11. Kształt impulsu SURGE.

- PQT (wahania i zaniki napięcia) – testy jakości zasilania symulują wahania i zaniki napięcia w sieci zasilającej.



Rysunek 12. Zapady napięcia zasilania.

- PFMF (pole magnetyczne o częstotliwości sieciowej) – badanie to dotyczy symulowania pól magnetycznych związanych z przepływem prądu w przewodach sieciowych.

- PMF (impulsy pola magnetycznego) – symulują impulsy pola magnetycznego związane z impulsami udarowymi (surge) wywołanymi przez uderzenie pioruna.

Laboratorium posiada także możliwość wykonania testów polegających na określeniu wpływów sygnałów o częstotliwości radiowej, ponadto jest dobrze wyposażone w szereg filtrów sieciowych serii FN 2000 firmy SHFFNER spośród których możliwy jest wybór najbardziej optymalnego filtra dla badanego urządzenia.

4. Zakończenie.

Bezpieczeństwo nowych wyrobów wprowadzanych na rynek sprzedaży jest bardzo ważnym aspektem zarówno pod kątem bezpieczeństwa dla użytkowników danego wyrobu jak i oddziaływania na inne urządzenia pracujące w danym środowisku elektromagnetycznym. Aby zapewnić jak najlepszą jakość pracy sprzedawanych urządzeń, bezpiecznych dla człowieka, odpornych i nie emitujących do otaczającego środowiska zaburzeń (zakłóceń), dany wyrób powinien spełniać określone kryteria kompatybilności elektromagnetycznej. Dlatego badania na kompatybilność elektromagnetyczną są bardzo ważne dla uzyskania bezpieczeństwa pracy i dobrej jakości sprzedawanych urządzeń.

5. LITERATURA.

- [1] Sipa P.: „Kompatybilność elektromagnetyczna – wskazówki praktyczne dla konstruktorów aparatury pomiarowej”, Zielona Góra 2001.
- [2] Sameryt J.: Informator dla podmiotów gospodarczych „Wymagania zasadnicze dotyczące sprzętu elektrycznego niskiego napięcia wprowadzanego na rynek Unii Europejskiej i na rynek Polski”, Warszawa 2001.
- [3] „Kompatybilność elektromagnetyczna przekształtnikowych układów zasilających”.
- [4] Sieczkarek K.: „Badania Kompatybilności Elektromagnetycznej”, Poznań (pierwotna wersja artykułu została napisana w 1995r.).
- [5] Dr Doliński W.: „Znak CE-nowe podejście do bezpieczeństwa produktów w ramach wspólnego rynku Unii Europejskiej”.
- [6] Materiały internetowe:
 - <http://www.euroinfo.garr.pl/start-euro.htm>
 - <http://www.ilim.poznan.pl>
 - <http://www.dipol.com.pl/bib53.htm>