

## Laboratorium Środowiskowe Kompatybilności Elektromagnetycznej

Opiekun: dr hab. inż. Robert Smoleński

Sala nr 8, budynek A-9

Prowadzone zajęcia dydaktyczne:

- Kompatybilność elektromagnetyczna

Podczas badań laboratoryjnych studenci samodzielnie wykonują znormalizowane badania odporności na zaburzenia elektromagnetyczne, emisji elektromagnetycznej przewodzonej i promieniowanej oraz parametrów jakości energii elektrycznej. Wyniki badań eksperymentalnych, prowadzonych w laboratorium w ramach prac projektowych oraz dyplomowych, stanowią podstawę analizy zjawisk pasożytniczych powodujących brak kompatybilności elektromagnetycznej oraz opracowania skutecznych metod jej zapewniania.

Tematyka zajęć obejmuje m.in.:

- Pomiary odporności urządzeń elektrycznych na wyładowania elektrostatyczne zgodnie z normą PN-EN 61000-4-2
- Pomiary odporności urządzeń elektrycznych na udary napięciowe zgodnie z normami: PN-EN 61000-4-4, PN-EN 61000-4-5.
- Kalibrację komory GTEM do badań odporności na pole elektryczne o częstotliwości radiowej.
- Badania odporności na pole elektryczne o częstotliwości radiowej zgodnie z normą PN-EN 61000-4-3.
- Pomiary emisji zaburzeń przewodzonych napędu przekształtnikowego zgodnie z normą PN-EN 61800-3.
- Pomiary emisji zaburzeń przewodzonych zasilaczy komputerowych zgodnie z normą PN-EN 55022.
- Pomiary parametrów pasożytniczych elementów filtrów w.cz.
- Badania sprzężeń pomiędzy układami przewodów.
- Pomiar parametrów jakości energii elektrycznej zgodnie z normą PN EN 50160.



- Pomiar rozkładu natężeń pól elektromagnetycznych.
- Zjawiska falowe w liniach długich.

Laboratorium od kilkunastu lat świadczy również usługi w zakresie badań kompatybilności elektromagnetycznej wykonywanych w pełnej zgodności z normami zharmonizowanymi z Dyrektywą 2004/108/WE Parlamentu Europejskiego i Rady.

Bazując na doświadczeniach pomiarowych oraz wynikach prac badawczych Laboratorium prowadzi również działalność konsultingową w zakresie projektowania i implementacji skutecznych i ekonomicznych metod zapewniania kompatybilności elektromagnetycznej badanych urządzeń.

Badania znormalizowane realizowane są z wykorzystaniem dwóch systemów:

- System do badań emisji elektromagnetycznej.

System do badań zaburzeń przewodzonych i promieniowanych bazuje na odbiorniku zaburzeń elektromagnetycznych Rohde&Schwarz ESCS-30\* (9 kHz - 2,7 GHz) oraz analizatorze widma Agilent PSA E4443A\* (3 Hz - 6,7 GHz) wyposażonym w detektory EMI oraz znormalizowane filtry spełniające wymagania CISPR 11 i CISPR 16.

- Badania emisji przewodzonej  
Wykonywane z wykorzystaniem 3-fazowej sztucznej sieci stabilizującej impedancję (LISN) Rohde&Schwarz ESH2-Z5\* (9 kHz – 30 MHz, 3 x 25 A).
- Badania emisji promieniowanej.  
Wykonywane są w komorze GTEM Schaffner LT-950\* (wysokość septum 950 mm) oraz za pomocą klamry absorpcyjnej Schaffner AMZ 41\* (30 MHz - 1 GHz) do pomiaru mocy dysponowanej promieniowanych zaburzeń radioelektrycznych zgodnie z CISPR 14.
- Pomiar parametrów jakości energii elektrycznej.  
Badania zgodne z PN-EN 50160 Siemens Oscillostore\*

- Badania odporności na zaburzenia

W tabeli zestawiono możliwe do wykonania standaryzowane badania odporności urządzeń wraz z danymi znamionowymi wskazującymi na możliwe poziomy ostrości badań.

Nr normy	Typ badania	Podstawowe parametry znamionowe badań	Podstawowe elementy systemów pomiarowych
PN-EN 61000-4-2	Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne.	Wyładowanie w powietrzu: 8,8 kV Wyładowanie przez kontakt: 6,6 kV	Generator <i>Schaffner BEST Plus*</i>
PN-EN 61000-4-3	Badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej.	Badanie w komorze GTEM do 30 V/M; 80 MHz – 2 GHz	Generator <i>Rohde&amp;Schwarz SMB 100A*</i> (9 kHz – 3 GHz), wzmacniacze <i>BONN BSA/BLWA*</i> (9 kHz – 2GHz, 30 W), dwukanałowy miernik mocy <i>Rohde&amp;Schwarz NRVD*</i> (DC-40 GHz), komora GTEM Schaffner 950LT.
PN-EN 61000-4-4	Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych.	200 V – 2,2 kV poz./neg.	Generator <i>Schaffner BEST Plus*</i>
PN-EN 61000-4-5	Badanie odporności na udary	200 V – 2,2 kV poz./neg.	Generator <i>Schaffner BEST Plus*</i>
PN-EN 61000-4-6	Badanie odporności na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej.	150 kHz – 80 MHz	Generator <i>Rohde&amp;Schwarz SMB 100A*</i> (9 kHz – 3 GHz), wzmacniacze <i>BONN BSA/BLWA*</i> (9 kHz – 2GHz, 30 W), trójfazowa sieć sprzęgająco-odsprzęgająca <i>EMV</i>
PN-EN 61000-4-8	Badanie odporności na pole magnetyczne o częstotliwości sieci elektroenergetycznej.	0,1 A/m – 4 A/m; 40 Hz – 70 Hz	Generator <i>Schaffner BEST Plus*</i>
PN-EN 61000-4-9	Badanie odporności na impulsowe pole magnetyczne.	100 A/m – 1100 A/m	Generator <i>Schaffner BEST Plus*</i>
PN-EN 61000-4-11	Badania odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia.	Zapad: 40% i 70%; 10 ms – 5 s; Faza: 0° - 359°	Generator <i>Schaffner BEST Plus*</i>
PN-EN 61000-4-29	Badanie odporności na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia na przyłączy zasilania prądu stałego.	Zapad: 40% i 70%; 10 ms – 5 s	Generator <i>Schaffner BEST Plus*</i>



## Możliwości wykorzystania aparatury w pracach projektowych i badaniach naukowych

Wykorzystywana w pomiarach znormalizowanych aparatura pomiarowa oraz dodatkowe wyposażenie Laboratorium umożliwiają ich elastyczne wykorzystywanie w niestandardowych układach pomiarowych i badaniach naukowych.

- Analizator widma Agilent PSA E4443A\* (3 Hz - 6,7 GHz) z oprogramowaniem (Vector Signal Analysis 8600) umożliwia wektorową analizę sygnałów zmodulowanych np. w systemach telekomunikacyjnych wykorzystujących modulacje analogowe i cyfrowe.
- Agilent 4294A Precision Impedance Analyzer\* (40 Hz - 110 MHz). Pomiar impedancji zespolonej oraz wyznaczanie parametrów modeli zastępczych dwójników. Umożliwia badania i optymalizację filtrów EMI.
- Miernik pola Maschek ESM-100\* (5 Hz - 400 kHz) wraz z modułem kartograficznym pozwalającym na wizualizację rozkładów składowej magnetycznej i elektrycznej pola i wyznaczanie stref dopuszczalnej ekspozycji na pola elektromagnetyczne w środowisku pracy.
- Sondy do pomiarów składowej magnetycznej i elektrycznej w polu bliskim Rohde&Schwarz HZ-14\* (9 kHz – 1 GHz) pozwalają na precyzyjną lokalizację źródeł emisji składowej elektrycznej i magnetycznej pola elektromagnetycznego oraz miejsc wycieków pól elektromagnetycznych.
- Holaday HI-6005\* (100 kHz - 5 GHz) szerokopasmowy izotropowy pomiar natężenia pola elektrycznego oraz gęstości mocy. Wyznaczanie stref dopuszczalnej ekspozycji na pola elektromagnetyczne w środowisku pracy.
- Aktywna antena pętlowa Schaffner-Chase HLA 6120\* (9 kHz - 30 MHz) oraz szerokopasmowa bikonikalno-logoperiodyczna antena Rohde&Schwarz Ultralog HL562\* (30 MHz - 3 GHz) mogą być wykorzystane do badań emisji pól elektromagnetycznych w miejscu zainstalowania urządzeń tzw. badaniach in situ.