



Kierunek studiów Elektrotechnika
Studia II stopnia



Przedmiot:	<i>Kompatybilność elektromagnetyczna w medycynie</i>
Rok:	I
Semestr:	I
Forma studiów:	<i>Studia stacjonarne</i>
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	
Wykład	30
Ćwiczenia	-
Laboratorium	30
Projekt	-
Liczba punktów ECTS:	5 ECTS

Cele przedmiotu

C1	Zapoznanie z problemami wzajemnego oddziaływania na siebie różnych urządzeń elektronicznych oraz systemem norm określających dopuszczalny poziom zakłóceń wytwarzanych przez urządzenia.
C2	Zapoznanie studentów z metodami i technikami pomiaru emisji elektromagnetycznej urządzeń
C3	Zapoznanie studentów z testami na odporność elektromagnetyczną

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1	Wiedza i umiejętności z zakresu teorii obwodów i sygnałów elektrycznych oraz metrologii
----------	---

Efekty kształcenia

	W zakresie wiedzy:
EK 1	Ma wiedzę w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń i systemów medycznych
EK 2	Student ma wiedzę z zakresu identyfikacji źródeł zakłóceń EM w aparaturze medycznej
	W zakresie umiejętności:
EK 3	Student dobiera sprzęt pomiarowy do testów kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń medycznych
EK 4	Student dokonuje pomiarów emisyjności EM aparatury medycznej
EK 5	Student dokonuje pomiarów odporności urządzeń medycznych na zakłócenia EM
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK 6	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki medycznych technologii

Treści programowe przedmiotu

Forma zajęć – wykłady

	Treści programowe	Liczba godzin
W1	Podstawy bezpieczeństwa elektrycznego w technice medycznej	2
W2	Pojęcie kompatybilności elektromagnetycznej. Znaczenia praktyczne. Przepisy i ich stosowalność (normalizacja EMC).	4
W3	Wymagania w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej stawiane urządzeniom medycznym i medycznym systemom elektrycznym. Klasyfikacja urządzeń medycznych.	4
W4	Źródła promieniowania elektromagnetycznego. Analiza wymagań dotyczących emisji elektromagnetycznej istotnych dla ochrony służb bezpieczeństwa, innych medycznych urządzeń elektrycznych, medycznych systemów elektrycznych, niemedycznych urządzeń elektrycznych i urządzeń telekomunikacyjnych.	4
W5	Pomiary pola elektromagnetycznego - Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na człowieka. Pomiary pola elektromagnetycznego. Dopuszczalne poziomy promieniowania. Urządzenia pomiarowe. Metodologia badań i stanowiska pomiarowe.	6
W6	Metody pomiaru emisyjności urządzeń medycznych małej i dużej mocy. Dopuszczalne poziomy emisji.	5

W7	Metody badania odporności aparatury medycznej na zaburzenia elektromagnetyczne, Poziomy odporności dla urządzeń/systemów w środowisku medycznym.	5
	Suma godzin:	30
Forma zajęć – laboratoria		
	Treści programowe	Liczba godzin
L1	Zajęcia wprowadzające. Zapoznanie z regulaminem laboratorium. Opracowanie harmonogramu badań EMC urządzenia medycznego.	3
L2	Badanie natężeń pola elektrycznego i magnetycznego z zakresu niskich częstotliwości	3
L3	Badanie widma elektromagnetycznego wysokich częstotliwości	3
L4	Badanie zaburzeń promieniowanych w zakresie 30MHz-1GHz	3
L5	Badanie zaburzeń przewodzonych w torze zasilania urządzenia elektrycznego	3
L6	Analiza odporności urządzenia na zaburzenie ESD.	3
L7	Analiza odporności urządzenia medycznego na zaburzenie SURGE	3
L8	Analiza odporności urządzenia na zaburzenie BURST	3
L9	Analiza odporności urządzenia na zaniki i zapady napięcia zasilającego	3
L10	Analiza odporności urządzenia na pole magnetyczne o częstotliwości 50Hz	3
	Suma godzin:	30

Metody/Narzędzia dydaktyczne

1	Wykład z prezentacjami multimedialnymi.
2	Pokazy sprzętowe
3	Zadania projektowe do realizacji podczas laboratoriów.
4	Ćwiczenia laboratoryjne polegające na wykonaniu określonych testów jakości urządzenia.

Sposoby oceny

Ocena formująca

F1	Krótkie pytania sprawdzające zrozumienie materiału podczas prowadzenia wykładu.
F2	Rozmowa/kartkówka/test dotyczący zagadnień teoretycznych związanych z przeprowadzonym ćwiczeniem.
F3	Ocena ze sprawozdań z przeprowadzonych badań laboratoryjnych.
Ocena podsumowująca	
P1	Egzamin z zagadnień poruszanych na wykładzie.
P2	Ocena podsumowująca laboratorium będąca sumą średniej ocen za wykonanie projektów wziętej z wagą 75% i średniej ocen za wykonanie sprawozdań z badań laboratoryjnych - z wagą 25%.

Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze	60
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie np. konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze	15
Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze	15
Przygotowanie się do zaliczenia wykładu	30
Przygotowanie sprawozdań z wykonywanych ćwiczeń	15
Suma	135
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	5

Literatura podstawowa i uzupełniająca

1	Akty normalizacyjne: Dyrektywa 90/385/EEC, 93/42/EEC, 98/79/EEC, Norma PN-EN 61000-4, PN-EN50091-2:2002, PN-EN 55103-2:2001, PN-EN 60601-1:2006, PN-EN 60601-1-1:2002
2	Mazurek P.A. Laboratorium podstaw kompatybilności elektromagnetycznej, Politechnika Lubelska 2010.
3	Więckowski Tadeusz W. "Badania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych", Oficyna Wydaw. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001
4	Machczyński Wojciech "Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej", Wydaw.

	Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004
5	Clayton R. Paul "Introduction to electromagnetic compatibility", Wiley-Interscience, 2006
6	Perez R. "Handbook of electromagnetic compatibility", Academic Press, 1995.

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody/ Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EK 1	E2A_W10, E2A_W02s	C1, C2, C3	W1÷W7, L1÷L10	1, 2, 3, 4	F1, F2, F3, P1, P2
EK 2	E2A_W10, E2A_W02s	C1, C2	W2, W4, W5, W6, L1÷L10	1, 2, 3, 4	F1, F2, P1, P2
EK 3	E2A_U07, E2A_U08	C1, C2, C3	W1÷W7, L1÷L10	1, 2, 3, 4	F1, F2, P1, P2
EK 4	E2A_U07, E2A_U08	C2	W2, W3, W5, W6, L2÷L5	1, 2, 3, 4	F2, P2
EK 5	E2A_U07, E2A_U08	C3	W2, W3, W7, L6÷L10	1, 2, 3, 4	F2, P2
EK 6	E2A_K04	C1	W1÷W7, L1÷L10	1, 2, 3, 4	F1, F3, P1, P2

Formy oceny – szczegóły				
	Na ocenę 2 (ndst)	Na ocenę 3 (dst)	Na ocenę 4 (db)	Na ocenę 5 (bdb)
EK 1	Nie wie czym jest kompatybilność elektromagnetyczna	Definiuje emisję i odporność elektromagnetyczną	Potrafi przeprowadzić analizę kompatybilności elektromagnetycznej	Potrafi przeprowadzić pełną analizę kompatybilności elektromagnetycznej
EK 2	Nic nie wie o identyfikowaniu zaburzeń elektromagnetycznych	Wie czym jest zaburzenie i zakłócenie elektromagnetyczne	Ma podstawową wiedzę z zakresu identyfikacji zaburzeń elektromagnetycznych	Potrafi wyczerpująco powiązać wiedzę z zakresu kompatybilności z projektowaniem urządzenia
EK 3	Nie potrafi zdefiniować metody i żadnego urządzenia pomiarowego do badań EMC urządzeń medycznych	Potrafi zdefiniować urządzenia pomiarowe wymagane do badań odporności albo emisji elektromagnetycznej	Potrafi zdefiniować urządzenia pomiarowe wymagane do badań odporności i emisji elektromagnetycznej	Szczegółowo definiuje metody pomiarowe i urządzenia pomiarowe wymagane do badań odporności i emisji elektromagnetycznej
EK 4	Nie potrafi przeprowadzić żadnych badań oceniających emisję elektromagnetyczną	Potrafi przeprowadzić tylko pojedynczą symulację lub eksperyment oceniające emisję elektromagnetyczną urządzenia medycznego	Potrafi przeprowadzić badania podstawowymi metodami analitycznymi, symulacyjnymi i eksperymentalnymi, w celu oceny funkcjonowania urządzenia w odniesieniu do emisji elektromagnetycznej	Potrafi przeprowadzić badania wieloma metodami analitycznymi, symulacyjnymi i eksperymentalnymi, których celem jest ocena funkcjonowania urządzenia w odniesieniu do emisji elektromagnetycznej
EK 5	Nie potrafi przeprowadzić żadnych badań oceniających odporność elektromagnetyczną	Potrafi przeprowadzić tylko pojedynczą symulację lub eksperyment oceniające odporność elektromagnetyczną urządzenia medycznego	Potrafi przeprowadzić badania podstawowymi metodami analitycznymi, symulacyjnymi i eksperymentalnymi, w celu oceny funkcjonowania urządzenia w odniesieniu do odporności elektromagnetycznej	Potrafi przeprowadzić badania wieloma metodami analitycznymi, symulacyjnymi i eksperymentalnymi, których celem jest ocena funkcjonowania urządzenia w odniesieniu do odporności elektromagnetycznej
EK 6	Nie ma świadomości pozatechnicznej działalności inżyniersko-medycznej	Rozumie podstawowe pozatechniczne aspekty medycznej działalności inżynierskiej na środowisko	Ogólnie charakteryzuje pozatechniczne aspekty i skutki medycznej działalności inżynierskiej, w tym wpływ działalności na środowisko	Potrafi wyczerpująco scharakteryzować pozatechniczne aspekty i skutki medycznej działalności inżynierskiej, w tym wpływ na środowisko

Autor programu:	dr inż. Paweł A. Mazurek
Adres e-mail:	p.mazurek@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii