

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	Kompatybilność elektromagnetyczna
Nazwa w języku angielskim:	Electromagnetic Compatibility
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Elektrotechnika
Specjalność (jeżeli dotyczy):	Control in Electrical Power Engineering
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	ELR033311
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):	30		15		
Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS):	60		30		
Forma zaliczenia:	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X):					
Liczba punktów ECTS:	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P):			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK):	1.40		0.70		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Dysponuje podstawową wiedzą w dziedzinie liniowych obwodów elektrycznych przy wymuszeniu sinusoidalnym. Zna zasady tworzenia modeli obwodowych oraz ich opisu matematycznego.
2. Ma wiedzę z zakresu analizy stanów przejściowych w liniowych obwodach elektrycznych oraz z zakresu makroskopowego ujęcia pola elektromagnetycznego.
3. Ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii i jednostek miar, zna właściwości metrologiczne podstawowych narzędzi pomiarowych, zna zasady projektowania układów pomiarowych, zna metody obliczeniowe stosowane przy opracowaniu wyników pomiarów, ma wiedzę w zakresie najnowszej techniki pomiarowej
4. Potrafi wykonać pomiary podstawowych wielkości elektrycznych z wykorzystaniem przyrządów analogowych, cyfrowych i oscyloskopu. Potrafi wyznaczać na podstawie pomiarów charakterystyki elementów nieliniowych. Potrafi zaprezentować otrzymane wyniki w formie liczbowej, tabelarycznej i graficznej, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć właściwe wnioski

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie pojęć z dziedziny kompatybilności elektromagnetycznej.
- C2. Zrozumienie zasad wzajemnego oddziaływania elementów systemu elektroenergetycznego,
- C3. Poznanie parametrów jakości napięć zasilających, ocena wpływu jakości energii elektrycznej na pracę odbiorników energii oraz wpływu pracy odbiorników na jakość energii
- C4. Poznanie przepisów normalizacyjnych dotyczących elementów wpływających na poprawę jakości energii elektrycznej
- C5. Nabycie praktycznych umiejętności oceny jakości energii elektrycznej
- C6. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwi

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 Zna kluczowe pojęcia z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej. Ma szeroką wiedzę w zakresie jakości energii elektrycznej.
- PEK_W02 Zna wymagania prawa energetycznego i przepisów normalizacyjnych dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej – w szczególności jakości energii elektrycznej.
- PEK_W03 Posiada wiedzę w zakresie kontroli i lokalizacji źródeł zakłóceń oraz ich wpływu na urządzenia. Zna metody poprawiające jakość energii elektrycznej oraz sposoby ograniczania zakłóceń

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 Potrafi wyznaczyć i ocenić parametry charakteryzujące jakość energii elektrycznej.
- PEK_U02 Zna procedury przeprowadzania badań odporności odbiorników energii elektrycznej na zakłócenia występujące w sieci zasilającej.
- PEK_U03 Posiada umiejętności pozwalające na ocenę emisji zakłóceń wprowadzanych do sieci przez odbiorniki

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy. Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		liczba godzin:
Wy1	Kompatybilność elektromagnetyczna, parametry charakteryzujące, jakość napięć zasilających,	2
Wy2	Definicje parametrów określających jakość energii – warunki pomiarów, prezentacja wpływu odkształceń na pracę odbiorników energii	2
Wy3	Jakość energii w świetle norm i przepisów prawnych	2
Wy4	Źródła i parametry zewnętrznych zakłóceń elektromagnetycznych. Wyładowania atmosferyczne jako źródła zakłóceń, Elementy ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi, podstawowe parametry warystora, zasady montażu warystorów	2
Wy5	Zasady projektowania hybrydowych systemów ochrony, systemy przesyłu informacji.	2
Wy6	Wahania napięć i współczynniki migotania światła – propagacja flikerów	2
Wy7	Metody ograniczania odkształceń - przykłady	2
Wy8	Metody pomiarów harmonicznych i interharmonicznych	2
Wy9	Ekranowanie, efektywność ekranowania przed zakłóceniami elektromagnetycznymi i elektrycznymi, ekranowanie pól magnetycznych niskiej częstotliwości, materiały do budowy ekranów	2
Wy10	Filtry wyższych harmonicznych, przykłady analizy skuteczności filtrów – przykład obliczeniowy	2
Wy11	Straty energii elektrycznej wynikające z odkształceń przebiegów	2
Wy12	Zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej w układach napędowych	2
Wy13	Pomiar emisji zaburzeń. Metody badań odporności odbiornika na zaburzenia.	2
Wy14	Kompatybilność elektromagnetyczna w zakresie częstotliwości radiowych. Wyładowania elektrostatyczne (ESD) i szybkie stany przejściowe (BURST) i udary wysokoenergetyczne (SURGE)	2
Wy15	Kolokwium, sprawdzenie zdobytej wiedzy	2
suma godzin:		30

Forma zajęć - laboratorium

Forma zajęć - laboratorium		liczba godzin:
La1	Przedstawienie regulaminu BHP i zasad zaliczenia laboratorium. Prezentacja stanowisk laboratoryjnych	1
La2	Badanie jakości napięcia – wyznaczanie wahań napięcia, częstotliwości, asymetrii, zapadów, przerw, napięć sygnałowych, harmonicznych i interharmonicznych	2
La3	Analiza przebiegów prądowych i napięciowych – wyznaczanie zawartości harmonicznych i interharmonicznych	2
La4	Badanie wpływu odbiorników nieliniowych na odkształcenia przebiegów	2
La5	Badanie odporności odbiorników energii elektrycznej na zapady i krótkie przerwy napięcia zasilającego	2
La6	Badanie emisji wyższych harmonicznych przez odbiorniki energii	2
La7	Analiza harmonicznych mocy czynnej, bierniej i pozornej w obwodach z niesinusoidalnym przebiegiem napięcia i prądu odkształconych	2
La8	Analizator widma	2
suma godzin:		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1.	Wykład tradycyjny z użyciem technik audiowizualnych
N2.	Laboratorium pomiarowe prowadzone w sposób tradycyjny w ćwiczeniowych grupach studenckich, przygotowanie sprawozdania

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny <i>F - formująca w trakcie semestru P - podsumowująca na koniec semestru</i>	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1(W)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	test
P(W)	P=F1	
F1(L)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01	Średnia z ocen sprawozdań z wykonywanych zajęć laboratoryjnych
P(L)	P=F1	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Hasse P.: Overvoltage protection of low voltage systems, TJ International, Padstown, 2000
- [2] Pradas Kodali V.: Engineering Electromagnetic Compatibility Principles, Measurements and Technology, IEEE Press, New York, 1996
- [3] Baggini A., Handbook of Power Quality, John Wiley&Sons, Ltd, 2008
- [4] PN-EN 50160:2010, Voltage Characteristics in Public Distribution Systems
- [5] Henry W. Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2009

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] IEEE Std 1159-2009: IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality
- [2] Dugan R.C., Mc Gramaghan M.F., Beaty H. W., Santoso S: Electrical Power System Quality, Wyd 2. MC Graw-Hill 2002
- [3] Sandler R. B.: Protection of electronic circuits from overvoltages John Wiley & Sons, New York, 1989
- [4] Clayton R. P.: Introduction to electromagnetic compatibility John Wiley & Sons, New York, 1992
- [5] Arrillaga J. Watson N. R.: Power System Quality Assessment, John Wiley & Sons, New York, 2000

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Grzegorz Kosobudzki, grzegorz.kosobudzki@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIAZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ELR033311 - Kompatybilność elektromagnetyczna
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Elektrotechnika**
I SPECJALNOŚCI **Control in Electrical Power Engineering**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2CPE_W11	C.1 C.2 C.3	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4 Wy5 Wy6 Wy7 Wy8 Wy9 Wy10 Wy11 Wy12 Wy13 Wy14	N.1
PEK_W02	S2CPE_W11	C.1 C.2 C.3 C.4	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4 Wy5 Wy6 Wy7 Wy8 Wy9 Wy10 Wy11 Wy12 Wy13 Wy14	N.1
PEK_W03	S2CPE_W11	C.1 C.2 C.3	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4 Wy5 Wy6 Wy7 Wy8 Wy9 Wy10 Wy11 Wy12 Wy13 Wy14	N.1
PEK_U01	S2CPE_U12 S2CPE_U13	C.5 C.6	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8	N.2
PEK_U02	S2CPE_U12 S2CPE_U13	C.5 C.6	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8	N.2
PEK_U03	S2CPE_U12 S2CPE_U13	C.5 C.6	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8	N.2
PEK_K01	S2CPE_K02	C.6	Wy15 La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8	N.1 N.2