

**WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim**     **Kompatybilność elektromagnetyczna****Nazwa w języku angielskim** **Electromagnetic Compatibility.****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** **Elektrotechnika****Specjalność (jeśli dotyczy):** **Control in Electrical Power Engineering****Stopień studiów i forma:**     **II stopień, stacjonarne****Rodzaj przedmiotu:**             **obowiązkowy****Kod przedmiotu**                   **ELR023311****Grupa kursów**                     **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		30
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		1		1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		1

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

W zakresie wiedzy:

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.
3. Ma podstawową wiedzę z zakresu pola elektromagnetycznego.

W zakresie umiejętności:

1. 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 oraz ochrony przepięciowej.

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 społeczeństwie.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01: Zna kluczowe pojęcia z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej

PEK\_W02: Ma szeroką wiedzę w zakresie jakości energii elektrycznej.

PEK\_W03: Zna wymagania prawa energetycznego i przepisów normalizacyjnych dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej – w szczególności jakości energii elektrycznej.

PEK\_W04: Posiada wiedzę w zakresie kontroli i lokalizacji źródeł zakłóceń oraz ich wpływu na urządzenia. Zna metody ochrony przepięciowej

PEK\_W05: 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.

PEK\_U04: Jest w stanie interpretować otrzymane wyniki i wyciągać właściwe wnioski. Potrafi dobrać elementy ochrony przepięciowej

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole

PEK\_K02 – wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy,

PEK\_K03 -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 prace 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	Możliwości badań jakości energii elektrycznej w akredytowanym laboratorium badawczym	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	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Prezentowanie 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, biernej i pozornej w obwodach z niesinusoidalnym przebiegiem napięcia i prądu odkształconych	2
La8	Analizator widma	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Zajęcia wprowadzające	1
Se2	Filtry do poprawy jakości energii elektrycznej	2
Se3	Analiza spektralna sygnałów zakłóconych	2
Se4	Charakterystyki statyczne elementów ochrony przepięciowej	2
Se5	Charakterystyki dynamiczne elementów ochrony przepięciowej	2
Se6	Efektywność ekranowania elektromagnetycznego	2
Se7	Zjawiska wysokonapięciowe - przykłady	2
Se8	Ochrona przed zapadami napięcia	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_W05	Kolokwium, sprawdzenie wiedzy
P	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04	Ocena sprawozdań z wykonywanych zajęć laboratoryjnych Ocena przeprowadzonej prezentacji - seminarium

### **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
- [6] [www.lpqi.org](http://www.lpqi.org)

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Grzegorz Kosobudzki, [grzegorz.kosobudzki@pwr.wroc.pl](mailto:grzegorz.kosobudzki@pwr.wroc.pl)**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA**  
**I SPECJALNOŚCI CONTROL IN ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>	S2CPE_W12; S2CPE_U13	C1, C3	Wy1- Wy14 Se2-Se8	N1
<b>PEK_W02</b>	S2CPE_W12; S2CPE_U13	C1, C2, C3	Wy2, Wy5- Wy13 Se2-Se8	N1
<b>PEK_W03</b>	S2CPE_W12; S2CPE_U13	C1, C2, C3, C4	Wy2, Wy3, Wy12 Se2-Se8	N1
<b>PEK_W04</b>	S2CPE_W12; S2CPE_U13	C1, C2, C3	Wy4-Wy7 Se2-Se8	N1
<b>PEK_W05</b>	S2CPE_W12; S2CPE_U13	C1, C2, C3	Wy9, Wy10, Wy11 Se2-Se8	N1
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>	S2CPE_U12; S2CPE_U13	C4, C5, C6	La1,La2,La3 Se2-Se8	N2
<b>PEK_U02</b>	S2CPE_U12; S2CPE_U13	C2, C4, C5, C6	La1, La5 Se2-Se8	N2
<b>PEK_U03</b>	S2CPE_U12; S2CPE_U13	C2, C5, C6	La4, La6, La8 Se2-Se8	N2
<b>PEK_U04</b>	S2CPE_U12; S2CPE_U13	C5, C6	La2, La7 Se2-Se8	N2
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	S2CPE_K01	C6	Wy1- Wy14 La2-La8 Se2-Se8	N1, N2
<b>PEK_K02</b>	S2CPE_K01	C6	Wy1- Wy14 La2-La8 Se2-Se8	N1, N2
<b>PEK_K03</b>	S2CPE_K02	C6	Wy1- Wy14 La2-La8 Se2-Se8	N1, N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej