

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	Zaawansowane techniki pomiarowe w inżynierii elektrycznej
Nazwa w języku angielskim:	Advanced Measurement in Electrical Power Engineering
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:	ELR033312
Grupa kursów:	NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Ma wiedzę z zakresu podstaw teorii obwodów elektrycznych. Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą elementów obwodów elektrycznych oraz zagadnień związanych z topologią obwodów elektrycznych.
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie miernictwa elektrycznego i działania elementów elektronicznych.
3. Potrafi zastosować podstawy teoretyczne w analizie liniowych obwodów elektrycznych w stanie ustalonym, przy wymuszeniu sinusoidalnym AC. Umie poprawnie korzystać z metody czasowej i częstotliwościowej rozwiązywania liniowych obwodów elektrycznych.
4. Potrafi wykonać pomiary wielkości elektrycznych z wykorzystaniem przyrządów. analogowych, cyfrowych i oscyloskopu. Potrafi wyznaczać, na podstawie pomiarów, charakterystyki elementów nieliniowych, zaprezentować otrzymane wyniki pomiarów w formie liczbowej, tabelarycznej i graficznej z niepewnościami pomiarów, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć właściwe wnioski.
5. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z miernictwa elektrycznego do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień związanych ze studiowaną dyscypliną.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studenta z wiedzą dotyczącą pojęć metrologii, błędów i niepewności pomiarów, właściwości metrologicznych przyrządów analogowych, właściwości indukcyjnych przetworników prądu, przetworników wartości skutecznej.
- C2. Zapoznanie studenta z podstawami techniki cyfrowej. Uświadomienie studentowi zasady działania oraz właściwości generatorów i oscyloskopów cyfrowych oraz kart pomiarowych.
- C3. Nabycie podbudowanej teoretycznie wiedzy w zakresie wykonywania pomiarów w układach wysokonapięciowych
- C4. Nabycie praktycznych umiejętności badania właściwości przetworników pomiarowych, elementów składowych toru pomiarowego, analizy wyników przeprowadzonych badań i wyciągania poprawnych wniosków.
- C5. WYROBIEŃCIE umiejętności obsługi przyrządów autonomicznych w środowisku programowania graficznego LabView.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 Zna teorię błędów oraz teorię niepewności. Zna budowę i zasadę działania przetworników wartości skutecznej i zna indukcyjne sposoby przetwarzania prądu sieciowego.
- PEK_W02 Posiada specjalistyczną wiedzę w zakresie pomiarów wysokich napięć, prądów w obwodach wysokonapięciowych, wyładowań niezupełnych, wielkości charakteryzujących wysokonapięciową izolację. Ma opanowane wiadomości dotyczące diagnostyki izolacji wysokonapięciowej metodami elektrycznymi, akustycznymi i fizykochemicznymi.
- PEK_W03 Posiada wiedzę dotyczącą przetwarzania sygnałów cyfrowych w metrologii. Zna budowę oraz zasadę działania oscyloskopu, generatora oraz kart pomiarowych. Ma wiedzę o lokalnych magistralach szeregowych stosowanych w budowie aparatury pomiarowej.

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 Potrafi wykonać badania właściwości przetworników indukcyjnych prądu sieciowego. Ma umiejętności wyznaczania i geometrycznej interpretacji mocy. Potrafi pisać proste programy w środowisku graficznym LabView, potrafi wykonać wizualizację przyrządu wirtualnego.
- PEK_U02 Jest przygotowany do samodzielnego wykonywania pomiarów wysokonapięciowych. Posiada podstawowe umiejętności do pracy w przemyśle na stanowiskach inżynierskich związanych z kontrolą jakości izolacji urządzeń wysokonapięciowych oraz do pracy w elektroenergetyce na stanowiskach związanych z eksploatacją takich urządzeń.
- PEK_U03 Posiada umiejętności zaprogramowania procesora jednoukładowego do prostego zadania pomiarowego.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 Rozumie potrzebę pracy w zespole, jest świadomy odpowiedzialności za wykonywaną pracę.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		liczba godzin:
Wy1	Podstawowe pojęcia metrologii. Teoria błędów a teoria niepewności. Dokładność i precyzja. Prawo propagacji błędów.	2
Wy2	Właściwości metrologiczne przyrządów analogowych i cyfrowych. Przyrządy magnetoelektryczne, elektromagnetyczne. Pomiary pośrednie – błąd metody. Metody przetwarzania prądu sieciowego.	2
Wy3	Właściwości metrologiczne przetworników wartości minimalnej, maksymalnej, średniej i skutecznej. Przetwornik wartości skutecznej opisany funkcją jawną i uwikłaną.	2
Wy4	Wprowadzenie do cyfrowych metod przetwarzania informacji pomiarowej. Układy próbkująco-pamiętające. Próbkowanie, kwantowanie i kodowanie sygnałów.	2
Wy5	Bloki funkcjonalne toru przetwarzania sygnału. Budowa uniwersalnej karty pomiarowej (multiplexer, wzmacniacz, filtry).	2
Wy6	Buforowanie danych pomiarowych w systemach akwizycji danych. Algorytm buforowania cyklicznego.	2
Wy7	Generatory: przebiegów arbitralnych, sygnałowy, DDS, przebiegów logicznych.	2
Wy8	Oscyloskop cyfrowy, Analizator spektrum, Analizatory stanów logicznych.	2
Wy9	Charakterystyka pomiarów wysokonapięciowych, cele i badania diagnostyczne izolacji urządzeń wysokiego napięcia.	2
Wy10	Wysokonapięciowe układy probiercze.	2
Wy11	Metoda bezpośrednia pomiaru wysokiego napięcia.	2
Wy12	Różne typy dzielników do pomiarów wysokiego napięcia: stałego, zmiennego 50 Hz. Współpraca dzielników pojemnościowych z transformatorem napięcia.	2
Wy13	Metody diagnostyczne izolacji systemów wysokiego napięcia.	2
Wy14	Fizyczne i metrologiczne podstawy pomiarów wyładowań niezupełnych w izolacji wyposażenia wysokonapięciowego.	2
Wy15	Kolokwium.	2
suma godzin:		30

Forma zajęć - laboratorium		liczba godzin:
La1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Prezentacja stanowisk pomiarowych.	2
La2	Geometryczna interpretacja mocy.	2
La3	Badanie właściwości indukcyjnych przetworników prądu o jednorodnym obwodzie magnetycznym.	2
La4	Wprowadzenie do środowiska programowania graficznego LabView. Stworzenie programu realizującego obliczanie wyniku na podstawie danych i podanej zależności z wizualizacją wyniku pomiaru. Podstawowe struktury programowe.	2
La5	Przyrząd wirtualny typu A. Realizacja programu sterowania przyrządem z interfejsem GPIB lub USB przy wykorzystaniu dostępnych sterowników. Struktury programowe.	2
La6	Praktyczna aplikacja generatorów z syntezą DDS, Modulacja częstotliwości i fazy.	2
La7	Heterodynowy analizator spektrum. Analiza przykładowych przebiegów.	2
La8	Komendy SCPI w programowaniu przyrządów pomiarowych.	2
La9	Lokalne interfejsy szeregowo: Uruchomienie makiet dydaktycznych i napisanie przykładowego programu. Zaprogramowanie procesora. Realizacja bufora transmisji portu szeregowego RS232. Przerwaniowa obsługa transmisji.	2
La10	Magistrala SPI, Magistrala I2C.	2
La11	Wyznaczenie współczynnika skali Fm układu pomiarowego wysokiego napięcia przemiennego 50Hz.	2
La12	Wytwarzanie i pomiary wysokich napięć udarowych.	2
La13	Metody bezpośrednie pomiaru wysokiego napięcia 50 Hz.	2
La14	Metody pośrednie pomiaru wysokiego napięcia 50 Hz.	2
La15	Zaliczenie i uzupełnienie zaległości laboratoryjnych.	2
suma godzin:		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny, prezentacje multimedialne.
N2. Laboratorium – sprawdzenie wiadomości w formie odpowiedzi ustnych, przygotowanie sprawozdania, prezentacja i omówienie napisanego programu, konsultacje.

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	Kolokwium
P(W)	P=F1	
F1(L)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Sprawdzenie i ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych.
F2(L)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych
F3(L)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	Wykonanie sprawozdania
P(L)	P=0,3F1+0,1F2+0,6F3	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA: [1] Morris A.S., Measurement and Instrumentation Principles, Butterworth-Heinemann, 2001. [2] Nawrocki Z., Dusza D., Kosobudzki G, Metrological analysis of integrated analog RMS converters described by explicit and implicit functions, Measurement (London). 2009, vol. 42, nr 2, s. 308-313 [3] Van de Plassche R., CMOS integrated analog to digital and digital to analog converters, Kluwer Academic Publishers, 2003 [4] Lyons R.G., Understanding Digital Signal Processing, Pearson Education; 1996. [5] J.Mc.Ghee, I.A. Henderson, M.J. Korczyński, W.Kulesza: Scientific metrology, Technical University of Lodz, Lodz, 1998. [6] Mc.Ghee, I.A. Henderson, M.J. Korczyński, W.Kulesza: Measurement data handling, vol. 1 and vol.2 , Technical University of Lodz, Lodz, 2001 [7] N.Kularanta: Digital and analogue instrumentation. IEE, London, 2003. [8] D.Kind: An introduction to high voltage experimental technique, Vieweg 1980. [9] E.Kuffel, W.S. Zaengel, J. Kuffel: High Voltage Engeneering Fundaments, Elsevier, 2000 LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: [1] Tumański S., Technika pomiarowa, WNT, Warszawa, 2007 [2] Nawrocki W., Rozproszone systemy pomiarowe, WKŁ, Warszawa, 2006 [3] Świsulski D., Komputerowa Technika Pomiarowa, Oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabView, PAK, 2005 [4] Praca zbiorowa pod red. J. Fleszyńskiego: Laboratorium wysokonapięciowe w dydaktyce i elektroenergetyce, Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1999

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Daniel Dusza, daniel.dusza@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ELR033312 - Zaawansowane techniki pomiarowe w inżynierii elektrycznej
 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	K2ETK_W05 S2CPE_W12	C.1	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4	N.1
PEK_W02	K2ETK_W05 S2CPE_W12	C.3	Wy9 Wy10 Wy11 Wy12 Wy13 Wy14	N.1
PEK_W03	K2ETK_W05 S2CPE_W12	C.2	Wy5 Wy6 Wy7 Wy8	N.1
PEK_U01	K2ETK_U04	C.4 C.5	La1 La2 La3 La4 La5	N.2
PEK_U02	K2ETK_U04	C.3	La11 La12 La13 La14	N.2
PEK_U03	K2ETK_U04	C.4	La6 La7 La8 La9 La10	N.2
PEK_K01	S2CPE_K02	C.1 C.2 C.3 C.4 C.5	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8 La9 La10 La11 La12 La13 La14 La15	N.1 N.2