

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 (jeśli dotyczy):** Control in Electrical Power Engineering**Stopień studiów i forma:** II stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu** ELR023312**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
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)	1,5		2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

W zakresie wiedzy:

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.

W zakresie umiejętności:

1. 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.
2. 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.
3. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z miernictwa elektrycznego do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień związanych ze studiowaną dyscypliną

W zakresie kompetencji:

1. Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane działania.

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 Wyrobienie umiejętności obsługi przyrządów autonomicznych w środowisku programowania graficznego LabView.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Zna teorię błędów oraz teorię niepewności. 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_W02 – Ma wiedzę z zakresu właściwości metrologicznych przyrządów analogowych oraz zna indukcyjne sposoby przetwarzania prądu sieciowego.

PEK_W03 – Zna budowę i zasadę działania przetworników wartości skutecznej.

PEK_W04 – Posiada wiedzę dotyczącą przetwarzania sygnałów cyfrowych w metrologii. Zna budowę oraz zasadę działania oscyloskopu, generatora oraz kart pomiarowych.

PEK_W05 – 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. 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_U02 – Potrafi pisać proste programy w środowisku graficznym LabView, potrafi wykonać wizualizację przyrządu wirtualnego.
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.
PEK_K02 – Wyszukuje informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie.
PEK_K03 – Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.

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. 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, Wy6	Bloki funkcjonalne toru przetwarzania sygnału. Budowa uniwersalnej karty pomiarowej (multiplexer, układy sample-hold, 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 pomiarów wyładowań niezupełnych w izolacji wyposażenia wysokonapięciowego.	2
Wy15	Podsumowanie i zaliczenie przedmiotu	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
	Suma godzin	

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.	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 1wire	2
La11	Magistrala SPI, Magistrala I2C	2
La12	Wyznaczenie współczynnika skali F_m układu pomiarowego wysokiego napięcia przemiennego 50Hz	2
La13	Wytwarzanie i pomiary wysokich napięć uderowych.	2
La14	Metody bezpośrednie pomiaru wysokiego napięcia 50 Hz.	2
La15	Metody pośrednie pomiaru wysokiego napięcia 50 Hz.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
	Suma godzin	

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 (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 w formie pisemnej
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	Sprawdzenie i ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych
F3	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
$P=0,3 \cdot F1 + 0,2 \cdot F2 + 0,5 \cdot F3$		

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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

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

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ZAAWANSOWANE TECHNIKI POMIAROWE W INŻYNIERII ELEKTRYCZNEJ
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA
I SPECJALNOŚCI RENEWABLE ENERGY SYSTEMS**

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 (wiedza)	S2CPE_W08	C1,C3	Wy1, Wy9, Wy10, Wy11, Wy12, Wy13, Wy14	N1
PEK_W02	S2CPE_W08	C1	Wy2	N1
PEK_W03	S2CPE_W01	C1	Wy3	N1
PEK_W04	S2CPE_W01	C2	Wy4, Wy6, Wy7, Wy8	N1
PEK_W05	S2CPE_W01	C2	Wy5, Wy6	N1
PEK_U01 (umiejętności)	S2CPE_U08	C4, C5	La2, La3, La12, La13, La14, La15	N2
PEK_U02	S2CPE_U14	C4, C5	La4, La5	N2
PEK_U03	S2CPE_U14	C4, C5	La6, La7, La8, La9, La10, La11	N2
PEK_K01 (kompetencje)	K2ETK_K02	C1- C5	La1-La15	N1, N2
PEK_K02	K2ETK_K01	C1- C5	La1-La15	N1, N2
PEK_K03	K2ETK_K03	C1- C5	La1-La15	N1, N2

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej