

<b>WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY</b>		<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim</b>		<b>Elektroniczna Aparatura Elektrometryczna</b>	
<b>Nazwa w języku angielskim</b>		<b>Electronic Instruments in Electrometric Measurements</b>	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>		<b>Elektrotechnika</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>		<b>Elektrotechnika Przemysłowa</b>	
<b>Stopień studiów i forma:</b>		<b>II stopień, niestacjonarna</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>		<b>wybieralny</b>	
<b>Kod przedmiotu</b>		<b>ELR023368</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	22		11		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
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)	1,5		1		

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

W zakresie wiedzy:

1. Ma podstawową wiedzę w zakresie matematyki, elektrotechniki oraz fizyki ciała stałego.
2. Zna podstawowe właściwości materiałów elektrotechnicznych oraz metody ich badań.
3. Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu podstaw teorii obwodów elektrycznych i ich elementów.
4. Ma podstawową wiedzę w zakresie miernictwa elektrycznego i jednostek miar.

W zakresie umiejętności:

1. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z analizy, rachunku różniczkowego, całkowitego funkcji jednej zmiennej do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień matematycznych powiązanych ze studiowaną dyscypliną techniczną.
2. Potrafi planować i bezpiecznie wykonywać pomiary elektryczne, opracowywać wyniki pomiarów, szacować niepewności zmierzonych wartości wielkości pomiarowych.
3. Potrafi wykonać pomiary wybranych właściwości materiałów elektrotechnicznych oraz wyciągnąć wnioski na podstawie przeprowadzonych badań.
4. Potrafi analitycznie przewidzieć działanie prostych elektronicznych układów analogowych i cyfrowych na podstawie ich struktury i właściwości zastosowanych elementów.

W zakresie kompetencji:

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

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Przyswojenie wiedzy z zakresu specyfiki elektrometrii i stosowanych w niej elektronicznych przetworników pomiarowych oraz specjalistycznej elektronicznej aparatury pomiarowej.  
C2. Racjonalne posługiwanie się wiedzą celem wykorzystania elektronicznej aparatury do badań elektrometrycznych.  
C3. Pogłębienie umiejętności współpracy w zespole nad wspólnym zadaniem.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 Ma podstawową wiedzę w zakresie specyfiki elektrometrii.  
PEK\_W02 Zna podstawowe metody stosowane do przetwarzania sygnałów w elektrometrii.  
PEK\_W03 Zna podstawowe elektroniczne układy pomiarowe stosowane w elektrometrii.  
PEK\_W04 Zna strukturę, właściwości, zasady i zakres stosowania podstawowej elektronicznej aparatury pomiarowej w elektrometrii.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi wyznaczyć teoretycznie i doświadczalnie właściwości wybranych elektrometrycznych przetworników pomiarowych.  
PEK\_U02 Potrafi przewidzieć efekty zastosowania elektrometrycznych przetworników pomiarowych w wybranym obwodzie elektrometrycznym.  
PEK\_U03 Potrafi zastosować wybrane elektroniczne przetworniki pomiarowe do badań elektrometrycznych oraz opracować i zinterpretować wyniki.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 Potrafi współpracować z zespołem przy realizacji złożonego zadania inżynierskiego.  
PEK\_K02 Potrafi wykonać przydzielone zadania zgodnie z harmonogramem prac.

#### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Forma wykładu, zasady zaliczenia, informacje organizacyjne. Specyfika i zakres przedmiotu. Sygnały i zakłócenia w elektrometrii. Ogólna struktura przyrządów elektrometrycznych.	2
Wy2	Podstawowe przetworniki napięciowe i prądowe w aparaturze elektrometrycznej; struktury i znamionowe właściwości, błędy i niepewności działania. Zastosowanie aktywnego ekranu.	2
Wy3	Elektrometryczny przetwornik ładunkowy. Zasada pracy, zastosowanie, ograniczenia i niedokładności, problemy przy stosowaniu i badaniu właściwości.	2
Wy4	Przyrządy jednoparametrowe w elektrometrii, charakterystyka i zastosowanie. Elektrometr – wielofunkcyjny elektroniczny przyrząd elektrometryczny.	2

	Przykłady badań złożonych, zasad i aparatury w nich stosowanych. Badania potencjału powrotnego.	
Wy5	Badania upływności izolatorów. Badania rezystywności materiałów. Proste układy megaomierzy. Elektryzacja obiektów technicznych; przyczyny, skutki, metody badania.	2
Wy6	Rezystory o bardzo dużych wartościach stosowane w elektrometrii, zestawy wzorcowe, imitator rezystancyjny. Właściwości kondensatorów stosowanych w elektrometrii, imitator pojemnościowy. Właściwości wzmacniaczy operacyjnych stosowanych w aparaturze elektrometrycznej, kompensacja niektórych niedoskonałości.	2
Wy7	Ogólna charakterystyka szumów i ich wpływu na pracę układu elektrometrycznego. Analiza ilościowa wpływu szumów różnego typu na pracę przetwornika elektrometrycznego.	2
Wy8	Właściwości i skutki zastosowania pomocniczych elementów w układach elektrometrycznych: kabli, izolatorów, ekranów, przełączników i kluczy przełączających.	2
Wy9	Modyfikacje aparatury, poprawiające właściwości użytkowe. Modyfikacje analogowego gigaomierza laboratoryjnego; stany pracy, zmiana polaryzacji. Pikoamperomierz mikroprocesorowy.	2
Wy10	Przyrządy z przetwornikami logarytmującymi, przyrządy z przetwornikiem integracyjnym.	2
Wy11	Podsumowanie wykładu, sprawdzenie przyswojenia wiedzy.	2
	Suma godzin	<b>22</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie. Instrukcja BHP i zasady pracy oraz zaliczenia laboratorium.	1
La2	Przetworniki prądowe i/u, przetwornik biomedyczny. Struktura, optymalizacja, badania.	2
La3	Przetwornik ładunkowy q/u oraz i/u. Struktura, optymalizacja, zastosowanie i badania.	2
La4	Megaomierz elektroniczny. Ocena zakresu przydatności w badaniach rezystancji upływu, rezystywności, zmian czasowych prądu i rezystancji.	2
La5	Pikoamperomierz i źródło małych prądów. Właściwości i zakres zastosowania: badania elektrometryczne obiektów liniowych i nieliniowych, z wymuszeniem napięciowym lub prądowym.	2
La6	Podsumowanie zajęć laboratoryjnych.	2
	Suma godzin	<b>11</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład informacyjny tradycyjny, z wykorzystaniem slajdów lub/i foliogramów.</p> <p>N2. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych.</p> <p>N3. Laboratorium pomiarowe prowadzone w sposób tradycyjny, w ćwiczeniowych grupach studenckich.</p> <p>N4. Konsultacje.</p> <p>N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.</p>

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
Wykład		
P	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04	Egzamin w formie pisemnej lub/i ustnej
Laboratorium		
F1	PEK_U01 PEK_U02	Sprawdzenie i ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01 PEK_K02	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych
F3	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K02	Sprawdzenie i ocena sprawozdań z wykonanych badań
$P = 0,3 \cdot F1 + 0,2 \cdot F2 + 0,5 \cdot F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Nawrocki Z., Wzmacniacze operacyjne i przetworniki pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008</p> <p>[2] Kłos Z., Pomiary elektrometryczne, WKŁ, Warszawa 2008</p> <p>[3] Madej P., Instrukcje Laboratoryjne i Materiały pomocnicze, strona internetowa I-29 PWr</p> <p>[4] Gajewski A.S., Elektryczność statyczna: poznanie, pomiar, zapobieganie, eliminowanie, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1987</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Keithley Instruments, Inc., Low Level Measurements: Precision DC Current, Voltage and Resistance Measurements, Keithley Instruments, 5<sup>th</sup> Edition, Ohio, USA 1998</p> <p>[2] Madej P., Artykuły z zakresu tematyki przedmiotu w Zeszytach Naukowych Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych, Wrocław 2000-2011</p> <p>[3] Kulka Z., Nadachowski M., Zastosowania wzmacniaczy operacyjnych, WNT, Warszawa 1986</p> <p>[4] Kulka Z., Libura A., Nadachowski M., Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe, WKŁ, Warszawa 1987</p> <p>[5] Kłos Z., Problematyka wzorcowania aparatury elektrometrycznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Piotr Madej, piotr.madej@pwr.wroc.pl</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
ELEKTRONICZNA APARATURA ELEKTROMETRYCZNA  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA  
I SPECJALNOŚCI ELEKTROTECHNIKA PRZEMYSŁOWA**

<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</b> (wiedza)	S2ETP_A_W07	C1	Wy1 – Wy10	N1, N4, N5
<b>PEK_W02</b>	S2ETP_A_W07	C1	Wy1 – Wy5, Wy8 – Wy10	N1, N4, N5
<b>PEK_W03</b>	S2ETP_A_W07	C1	Wy2 – Wy6, Wy8 – Wy10	N1, N4, N5
<b>PEK_W04</b>	S2ETP_A_W07	C1	Wy1, Wy4, Wy5, Wy9, Wy10	N1, N4, N5
<b>PEK_U01</b> (umiejętności)	S2ETP_A_U07	C2	La2 – La5	N2 – N4
<b>PEK_U02</b>	S2ETP_A_U07	C2	La2 – La5	N2 – N4
<b>PEK_U03</b>	S2ETP_A_U07	C2	La2 – La6	N2 – N4
<b>PEK_K01</b> (kompetencje)	K2ETK_K02	C3	La1 – La6	N2 – N4
<b>PEK_K02</b>	K2ETK_K02	C3	La1 – La6	N2 – N4

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

\*\*\* - z tabeli powyżej