

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Metrologia elektryczna**

Nazwa w języku angielskim: **Electrical metrology**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechatronika**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MCR034105**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
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)	1.2		1.4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma wiedzę z podstaw metrologii, fizyki klasycznej, algebry i analizy matematycznej oraz informatyki
2. Potrafi zidentyfikować i opisać zjawiska fizyczne związane zagadnieniami elektrycznymi
3. Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie metod i technik pomiarów elektrycznych
C2. Poznanie zasad działania, właściwości i możliwości wykorzystania przyrządów analogowych i cyfrowych oraz systemów pomiarowych do pomiarów elektrycznych i nieelektrycznych
C3. Poznanie zasad eksploatacji aparatury i systemów pomiarowych do pomiarów wielkości elektrycznych
C4. Nabycie praktycznych umiejętności szacowania niepewności pomiarów i opracowywania wyniku pomiarów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Ma uporządkowaną wiedzę o metodach i technikach pomiarów wielkości elektrycznych i umie wybrać właściwe dla konkretnych potrzeb

PEK_W02 - Zna zasady działania, właściwości i możliwości wykorzystania przyrządów analogowych i cyfrowych oraz systemów pomiarowych do pomiarów elektrycznych i nieelektrycznych

PEK_W03 - Zna zasady eksploatacji aparatury i systemów pomiarowych do pomiarów wielkości elektrycznych

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiary podstawowych wielkości elektrycznych

PEK_U02 - Potrafi oszacować niepewność pomiarów i opracować wyniki pomiarów

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura, zasady działania i właściwości przyrządów pomiarowych wielkości elektrycznych. Zasady doboru przyrządów elektrycznych w procesach pomiarowych. Przyrządy i przetworniki analogowe oraz ich właściwości metrologiczne	2
Wy2	Przyrządy cyfrowe i przetworniki analogowo-cyfrowe. Rola mikroprocesorów w przyrządach cyfrowych. Właściwości użytkowe i metrologiczne multimetrów cyfrowych. Pomiary napięcia i natężenia prądu stałego.	2
Wy3	Pomiary napięcia i natężenia prądu zmiennego. Parametry sygnałów elektrycznych zmiennych w czasie, charakterystyczne współczynniki. Metody pomiaru napięć i prądów sinusoidalnie zmiennych. Woltomierze i amperomierze analogowe i cyfrowe napięć zmiennych i ich właściwości.	2
Wy4	Pomiary rezystancji i impedancji oraz indukcyjności i pojemności. Metody i przyrządy pomiarowe mostkowe oraz cyfrowe do pomiaru rezystancji. Pomiary parametrów składowych impedancji. Właściwości funkcjonalne i metrologiczne przyrządów do pomiaru parametrów impedancji i jej składowych.	2
Wy5	Pomiary mocy w jednofazowych i trójfazowych obwodach prądu zmiennego. Watomierze analogowe i cyfrowe. Cyfrowe mierniki parametrów sieci.	2
Wy6	Oscyloskopy analogowe i cyfrowe. Zasada działania i struktura oscyloskopu analogowego i cyfrowego. Oscyloskopy wielokanałowe. Właściwości funkcjonalne i metrologiczne oscyloskopów. Pomiary oscyloskopowe napięcia, czasu, częstotliwości i kąta przesunięcia fazowego.	2
Wy7	Systemy pomiarowe i ich konfiguracje. Elementy systemów pomiarowych: karty pomiarowe i zbierania danych, kondycjonery, multipleksery. transmisja danych, interfejsy ich rodzaje i właściwości. Przyrządy wirtualne, ich struktura i zastosowanie.	2
Wy8	Kolokwium	1
		Suma: 15

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie do ćwiczeń	2
Lab2	Pomiar napięcia i prądu stałego przyrządami analogowymi i cyfrowymi.	2
Lab3	Pomiar napięć zmiennych oraz mocy czynnej i pozornej.	2
Lab4	Pomiar rezystancji przyrządami analogowymi i cyfrowymi.	2
Lab5	Pomiary impedancji oraz indukcyjności i pojemności.	2
Lab6	Pomiary oscyloskopowe.	2
Lab7	Odrabianie zaległych ćwiczeń laboratoryjnych	2
Lab8	Zaliczenia indywidualne ćwiczeń	1
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
 N2. eksperyment laboratoryjny
 N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
 N4. przygotowanie sprawozdania
 N5. konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	kolokwium
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_K01	Odpowiedzi ustne i pisemne sprawdziany. Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych. Ocena końcowa: średnia z ocen ćwiczeń laboratoryjnych.
P = średnia z uzyskanych ocen cząstkowych		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. J. Czajewski: Podstawy metrologii elektrycznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
2. M. Lisowski: Podstawy metrologii, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011
3. S. Tumański: Technika pomiarowa, WNT, Warszawa 2007.
4. M. Lisowski, K. Krawczyk: Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z metrologii elektrycznej dla kierunku studiów „Mechatronika”.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. A. Chwałeba, M. Poniński, A. Siedlecki: Metrologia elektryczna, WNT, Warszawa 2003.
2. M. Stabrowski: Cyfrowe przyrządy pomiarowe, PWN, Warszawa 2002.
3. W. Nawrocki: Komputerowe systemy pomiarowe, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2002.
4. J. Rydzewski: Pomiary oscyloskopowe, WNT, Warszawa 1999.
5. J. Arendarski: Niepewność pomiarów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Michał Lisowski email: michal.lisowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Metrologia elektryczna**

Name in English: **Electrical metrology**

Main field of study (if applicable): **Mechatronics**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MCR034105**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		1.4		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has knowledge of basics of metrology, physics, algebra, mathematical analysis and informatics.
2. Is able to identify and describe physical phenomena connected with electrical matter.
3. Understands the need and knows possibilities for continuous improvement.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Learn electrical measurement methods and techniques.
- C2. Learn operation principles, properties and application possibilities of analog and digital measurement instruments and systems for electrical and non-electrical measurements.
- C3. Learn rules of utilization measurements instruments and systems for electrical quantities measurements.
- C4. Gaining practical skills of measurements uncertainty analysis and results elaboration.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Has knowledge of measurements methods and techniques of electrical quantities and is able to choose proper one for the task.

PEK_W02 - Knows principles of operation, properties and potential of analog and digital measurement instruments and systems for electrical and non-electrical measurements.

PEK_W03 - Knows rules of operation of measurements instruments and systems for electrical measurements.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Is able to use proper methods and instruments for measurements of basic electrical quantities.

PEK_U02 - Is able to estimate measurements uncertainty and elaborate measurement results.

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Structure, principles of operation and properties of measurement instruments for electrical quantities. Rules of selecting measurements instruments in measurements processes. Analog instruments and converters and their properties.	2
Lec2	Digital instruments and A/D converters. Role of microprocessors in digital instruments. Metrological properties of digital multimeters. Measurements of DC voltage and current.	2
Lec3	Measurement of AC voltage and current. Parameters of variable in time electrical signal. Methods for measurements of sinusoidal voltage and current. Analog and digital voltmeters and ammeters and their properties.	2
Lec4	Resistance, impedance, inductance and capacitance measurements. Bridge and digital measurements methods and instruments for resistance measurements. Measurements of impedance components. Functional and metrological properties of impedance and impedance components measurements instruments.	2
Lec5	Single-phase and three-phase power measurements. Analog and digital wattmeter. Digital electrical grid parameters meters.	2
Lec6	Analog and digital oscilloscope. Principle of operation and structure of analog and digital oscilloscope. Multichannel oscilloscope. Functional and metrological properties of oscilloscope. Oscilloscopic measurements.	2
Lec7	Measurements systems and their configuration. Elements of measurement system: measurements cards and data acquisition cards, signal conditioners, multiplexers. Data transfer, interfaces – types and properties. Virtual instruments – structure and application.	2
Lec8	Test	1
		Total hours: 15

Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction	2
Lab2	DC voltage and current measurements with analog and digital instruments.	2
Lab3	AC voltage and power measurements	2
Lab4	Resistance measurements with analog and digital instruments.	2
Lab5	Impedance and capacitance measurements.	2
Lab6	Oscilloscopic measurements	2
Lab7	Time for missed classes	2
Lab8	Individual tests	1
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation N5. tutorials

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	test
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK_K01	Oral and written test. Laboratory report. Final mark: middle with marks laboratory practices.
P = średnia z uzyskanych ocen cząstkowych		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Michał Lisowski email: michal.lisowski@pwr.edu.pl