

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Podstawy elektrotechniki**

Nazwa w języku angielskim: **Fundamentals of Electrotechnics**

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MCR032102**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8	0.7			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zna podstawowe pojęcia z analizy wektorowej (dodawanie wektorów, iloczyn skalarny i wektorowy, operacje różniczkowania funkcji wektorowej, całki powierzchniowe i liniowe).
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie liczb zespolonych i rachunku macierzowego z zastosowaniem do rozwiązywania układów równań liniowych oraz geometrii analitycznej na płaszczyźnie.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studenta z wiedzą niezbędną do zrozumienia podstaw teorii pola elektromagnetycznego.
- C2. Zapoznanie studenta z podstawową wiedzą dotyczącą analizy liniowych obwodów elektrycznych, w stanie ustalonym.
- C3. WYROBIE NIE UMIEJĘTNOŚCI analizy jednofazowych i trójfazowych obwodów elektrycznych przy wymuszeniu sinusoidalnym, z uwzględnieniem sprzężeń magnetycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna podstawowe prawa i teoretyczne podstawy teorii pola elektromagnetycznego i teorii obwodów elektrycznych.

PEK_W02 - Dysponuje podstawową wiedzą z zakresu analizy liniowych obwodów elektrycznych przy wymuszeniu sinusoidalnym, w stanie ustalonym.

PEK_W03 - Ma wiedzę dotyczącą mocy i energii pobieranej w obwodach jedno- i trójfazowych i sposobów ich obliczeń i pomiarów.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Umie poprawnie wykorzystywać poznane prawa ujmujące teorię pola elektromagnetycznego do wyznaczania wielkości fizycznych o charakterze inżynierskim (parametry RLC, rozkłady pola elektrycznego i magnetycznego).

PEK_U02 - Umie poprawnie wykorzystywać różne metody rozwiązywania obwodów elektrycznych w analizie liniowych obwodów elektrycznych przy wymuszeniu sinusoidalnym.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zapoznanie z przedmiotem, wymaganiami i sposobem zaliczenia. Ładunek elektryczny. Prawo zachowania ładunku. Prawo Coulomba. Natężenie pola elektrycznego. Potencjał i napięcie elektryczne. Wektor indukcji elektrycznej. Prawo Gaussa. Przewodnik w polu elektrostatycznym. Pojemność elektryczna. Kondensator.	2
Wy2	Pole przepływowe prądu elektrycznego. Wektor gęstości prądu. Natężenie prądu. Prawo Ohma. Prawo Joule'a. Prawo ciągłości prądu. Prawa Kirchhoffa.	2
Wy3	Pole magnetyczne. Wektor indukcji magnetycznej. Strumień magnetyczny. Wzór Laplace'a i Prawo Biota-Savarta. Prawo Ampera. Wektor natężenia pola magnetycznego. Prawo Faradaya. Indukcyjność własna i wzajemna.	2
Wy4	Obwód elektryczny. Pojęcie sygnału. Gałęzie, węzły, oczka. Elementy aktywne i pasywne. Akumulacja i rozpraszanie energii na elementach pasywnych. Strzałkowanie prądów i napięć. Związki pomiędzy napięciami i prądami na elementach pasywnych. Schematy elektryczne i strukturalne obwodu. Grafy. Zapis macierzowy struktury obwodu. Macierz incydencji (węzłowa, oczkowa). Związki między macierzami incydencji. Związek potencjałów z napięciami gałęziowymi.	3
Wy5	Klasyfikacja sygnałów: nieokresowe i okresowe. Wartość skuteczna i średnia przebiegu okresowego. Właściwości układu elektrycznego: liniowość, stacjonarność i przyczynowość. Ogólna postać gałęzi w obwodzie elektrycznym. Równanie napięciowo-prądowe. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa w postaci macierzowej. Bilans mocy chwilowych dla obwodu elektrycznego.	2

Wy6	Odpowiedź elementów RLC na sygnał sinusoidalnie zmienny. Funkcja zespolona sygnału sinusoidalnego. Wartość zespolona. Postać algebraiczna i wykładnicza. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa w zapisie zespolonym. Wykresy wskazowe. Przesunięcie fazowe. Trójkąt napięć, impedancji i admitancji. Pojęcie mocy czynnej, biernej i pozornej zespolonej. Składowe czynne i bierne napięcia i prądu. Zastępcze źródło prądu.	3
Wy7	Układy równoważne dwu- i wielozaciskowe. Przekształcenie trójkąt - gwiazda. Metoda superpozycji. Metoda prądów oczkowych. Metoda potencjałów węzłowych. Zastosowanie metody prądów oczkowych i metody potencjałów węzłowych.	4
Wy8	Twierdzenie Thevenina i Nortona: Napięcie stanu jałowego i prąd zwarcia dwójnika. Impedancja zastępcza dwójnika. Zastępcze źródło napięcia i prądu. Zamiana źródeł.	2
Wy9	Rezonans napięć i prądów. Warunki rezonansu. Charakterystyki częstotliwościowe układów rezonansowych. Znaczenie rezonansu w elektrotechnice. Kompensacja mocy biernej. Filtry elektryczne.	2
Wy10	Obwody magnetycznie sprzężone. Indukcyjność wzajemna. Zaciski jednoimienne. Sprzężenie dodatnie i ujemne. Rozsprzęganie gałęzi o wspólnym węźle. Transformator powietrzny.	4
Wy11	Obwody trójfazowe. Wielofazowe źródła napięć. Obwody trójfazowe skojarzone w gwiazdę i w trójkąt. Obwody trój- i czteroprzewodowe. Napięcia fazowe i międzyfazowe. Prądy fazowe i przewodowe. Operator obrotu. Wykresy wskazowe. Rozpływ prądów w obwodach symetrycznych i niesymetrycznych. Moc w obwodach trójfazowych. Pomiar mocy czynnej i biernej układu symetrycznego i niesymetrycznego trój- i czteroprzewodowego.	4
		Suma: 30
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Prawo Coulomba. Wektor natężenia pola elektrycznego. Obliczanie rozkładu natężenia pola elektrostatycznego przy danym rozkładzie ładunków. Wyznaczanie pojemności kondensatora.	2
Ćw2	Obliczanie rozkładu natężenia pola w polu przepływowym. Wyznaczanie rozkładu natężenia pola magnetycznego dla danego obwodu z prądem. Rezystancja i indukcyjność własna.	2
Ćw3	Wyznaczanie parametrów obwodu zasilanego napięciem sinusoidalnie zmiennym na podstawie danych pomiarowych.	1
Ćw4	Wyznaczanie wartości zespolonych dla danych przebiegów chwilowych. Przekształcenie odwrotne. Konstrukcja wykresów wskazowych dla elementów RLC połączonych szeregowo i równolegle.	1
Ćw5	Wyznaczanie rozptyłu prądów w obwodzie przy wykorzystaniu metody prądów oczkowych i metody potencjałów węzłowych. Wykorzystanie metody Thevenina i Nortona w analizie obwodów elektrycznych.	2
Ćw6	Analiza obwodów RLC w warunkach rezonansu napięcia i prądu. Wyznaczanie rozptyłu prądów w obwodach sprzężonych magnetycznie.	2
Ćw7	Obliczanie rozptyłu prądów i rozkładu napięć w obwodach trójfazowych symetrycznych i niesymetrycznych. Wskazania watomierzy.	3
Ćw8	kolokwium	2
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy
 N2. konsultacje
 N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
 N4. ćwiczenia rachunkowe

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	Egzamin
F2	PEK_W02	Egzamin
F3	PEK-W03	Egzamin
$P = 0.4F1 + 0.3F2 + 0.3F3$		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01	kartkówki, kolokwium
F2	PEK_U02	kartkówki, kolokwium
$P = 0,5 F1 + 0,5 F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

[1] Holliday D., Resnick R., Walker J., Podstawy fizyki, Elektryczność i magnetyzm, tom 3, PWN 2011.[2] Osowski S., Siwek K., Śmiałek M., Teoria obwodów. Politechnika Warszawska, 2006.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

{1} Piątek Z., Jabłoński P., Podstawy teorii pola elektromagnetycznego, WNT 2010.[2] Bolkowski S., Brociek W., Rawa H., Teoria obwodów elektrycznych, Zadania, WNT 2007

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Zbigniew Leonowicz tel.: 2626 email: zbigniew.leonowicz@pwr.edu.pl

Faculty of Mechanical Engineering

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Podstawy elektrotechniki**

Name in English: **Fundamentals of Electrotechnics**

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MCR032102**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	90	30			
Form of crediting	Examination	Crediting with grade			
Group of courses					
Number of ECTS points	3	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8	0.7			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knows the basic concepts of vector analysis (adding vectors, scalar product and vector operations, differentiation of vector functions, and linear surface integrals).
2. Has basic knowledge of complex numbers and matrix calculus, solving systems of linear equations and analytic geometry in the plane.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To acquaint the student with the knowledge necessary to understand the basic theory of the electromagnetic field.
- C2. Familiarize students with the basic knowledge about the analysis of linear circuits in steady state.
- C3. Teach the ability to analyze single and three phase electrical circuits with sinusoidal sources , including magnetic coupling.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Knows the basic laws and theoretical foundations of the theory of electromagnetic field and electric circuit theory.

PEK_W02 - Has basic knowledge of analysis of linear circuits with sinusoidal sources in steady state.

PEK_W03 - Has knowledge of the power and energy in single- and three-phase circuits and methods of its calculations and measurements.

relating to skills:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Can correctly use laws of electromagnetic field theory, determining the physical quantities in engineering (RLC parameters, the electric and magnetic field distributions).

PEK_U02 - Can correctly use various methods for solving electrical circuits in the analysis of linear circuits with sinusoidal sources.

relating to social competences

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Getting to know the subject matter, requirements and method of assessment. Electric charge. Law of conservation of charge. Coulomb's law. The field strength. The potential and voltage. Vector of electric induction. Gauss' law. Introduction to electrostatic field. Electrical capacitance. Capacitor.	2
Lec2	Field flow of electric current. Vector of current density. Electric current. Ohm's law. Joule's law. The law of continuity of the current. Kirchhoff's law.	2
Lec3	Magnetic field. Vector of magnetic induction. The magnetic flux. The Laplace formula and Biot-Savart law. Ampere's law. Field of magnetic vector. Faraday's Law. Self and Biot-Savart law. Ampere's law. Field of magnetic vector. Faraday's Law. Self and mutual inductance. mutual inductance.	2
Lec4	Electrical circuit. The concept of the signal. Branches and nodes. Active and passive components. The accumulation and dissipation of energy in passive components. Direction of currents and voltages. The relationship between voltages and currents on passive components. Wiring diagrams and structural circuit. Graphs. Matrix notation of circuit structure. Incidence matrix. Relations between arrays of incidence. Relationship between potentials in nodal and branch method.	3
Lec5	Classification of signals: aperiodic and periodic. The RMS value and average value of periodic signals. Electrical properties: linearity, stationarity and causality. The general form of the branch circuit. The equations of voltages and currents. Ohm's law and Kirchhoff's law in matrix notation. The balance of the instantaneous power for the electrical circuit.	2

Lec6	The response of RLC elements on alternating sinusoidal signal. Function of complex sinusoidal signal. Complex value. Algebraic form of complex signals. The Ohm's law and Kirchhoff's laws in complex form. Graphs, Phasor. The phase shift. Triangle of voltages, impedance and admittance. The concept of active, reactive and apparent power. Active and passive components of voltages and currents. The equivalent power source.	3
Lec7	Two- and multi-terminal equivalent circuits. The transformation of the triangle - the star. Method of superposition. Method of loop currents. The method of node potentials. Applying the method of loop currents and node potentials.	4
Lec8	Thevenin and Norton's theorem: the no-load voltage and short circuit current of two-terminal circuit. Impedance equivalence of two-terminal circuit. Equivalence of voltage and current sources. Equivalent sources.	2
Lec9	The resonance of voltages and currents. Conditions of resonance. Characteristics in frequency of resonant circuits. The importance of resonance in electrical engineering. Reactive power compensation. Electric filters.	2
Lec10	Magnetically coupled circuits. Mutual inductance. Positive and negative feedback. Decoupling branch of common node. Coreless Transformer.	4
Lec11	Three phase circuits. Multi-phase voltage source. Three phase circuits in star and triangle. Three- and four-wire circuits. Phase voltages and interphase voltages. Phase currents. The operator of rotation. Graphs and Phasors of 3phase circuits. Distribution of current in symmetrical and asymmetrical circuits. Power in three-phase circuits. Measurement of active and reactive power in balanced and unbalanced three- and four-wire systems.	4
		Total hours: 30
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Coulomb's law. The electric field vector. Calculation of distribution electrostatic field at the given distribution of charge. Calculation of the capacitance.	2
CI2	Calculation of field flow distribution. Determination the magnetic field intensity distribution for the circuit with current. Resistance and self-inductance.	2
CI3	Determination of circuit parameters supplied by sinusoidal voltage, based on the measurement data.	1
CI4	Determination of complex parameters of waveforms. Inverse transformation. The design of phasor diagrams for the RLC elements connected in series and in parallel.	1
CI5	Calculation of the distribution of currents in the circuit using the branch and nodal methods. Use of the method of Thevenin and Norton in the analysis of electrical circuits.	2
CI6	Analysis of RLC circuits under conditions of resonance of voltages and currents. Calculation of currents in circuits coupled magnetically	2
CI7	Calculation of currents and voltages in the three-phase circuits, symmetrical and asymmetrical. Watt-meters in 3 phase circuits.	3
CI8	Test	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED

- N1. problem lecture
 N2. tutorials
 N3. self study - self studies and preparation for examination
 N4. calculation exercises

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	Exam
F2	PEK_W02	Exam
F3	PEK-W03	Exam
$P = 0.4F1 + 0.3F2 + 0.3F3$		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01	
F2	PEK_U02	
$P = 0,5 F1 + 0,5 F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

- [1] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Fundamentals of Physics, Electricity and Magnetism, Volume 3, PWN, 2011.
 [2] Osowski S., K. Siwek, Daredevil M. Theory of circuits. Warsaw University of Technology, 2006.

SECONDARY LITERATURE

- [1] Piątek Z., P. Jablonski, Basic theory of electromagnetic field, WNT, 2010.
 [2] Bolkowski S., Brociek W., Rawa H., Theory of electrical circuits, Exercises, WNT 2007

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Zbigniew Leonowicz tel.: 2626 email: zbigniew.leonowicz@pwr.edu.pl