

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Projektowanie MES w mechatronice**

Nazwa w języku angielskim: **FEM modelling in mechatronics**

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MCR036303**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia			Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			1.4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę w zakresie równań różniczkowych zwyczajnych oraz równań różniczkowych o pochodnych cząstkowych
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie elektrodynamiki (elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetostatyka, indukcja elektromagnetyczna, fale elektromagnetyczne)
3. Potrafi zastosować poznaną teorię pola elektromagnetycznego do jakościowej i ilościowej oceny wielkości fizycznych o charakterze inżynierskim

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Opis zjawisk elektromagnetycznych stanowiących zasadę działania maszyn i urządzeń elektrycznych.
- C2. Zapoznanie studenta z uniwersalną metodą obliczania pól (metodą elementów skończonych) jako narzędzia do obliczania parametrów indukcyjnych, sił i strat mocy
- C3. Zapoznanie studenta z połową metodą analizy i projektowania maszyn i urządzeń elektrycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi użytkować komercyjne programy do polowych i polowo-obwodowych obliczeń elektromagnetycznych

PEK_U02 - Potrafi zaprojektować dwuwymiarowe modele polowe i polowo-obwodowe urządzeń i maszyn elektrycznych

PEK_U03 - Potrafi ocenić wyniki obliczeń numerycznych rozkładu pola elektromagnetycznego

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Podstawowe pojęcia elektrodynamiki i definicje polowych wielkości fizycznych.	2
Lab2	Ogólne zasady działania programów komputerowych do obliczeń polowych MES. Instruktaż obsługi prostych programów do obliczeń pól elektromagnetycznych (QuickField i FEMM)	2
Lab3	Zasady budowy modelu polowego urządzeń elektromagnetycznych (QuickField i FEMM)	2
Lab4	Konstrukcja geometrii modelu prostego urządzenia elektrycznego i określenie właściwości materiałowych jego elementów (preprocesor)	2
Lab5	Generacja siatki elementów skończonych. Badanie wpływu jakości siatki na wyniki obliczeń (preprocesor)	2
Lab6	Obliczanie rozkładu pola magnetostatycznego w prostych modelach urządzeń elektrycznych (solver)	2
Lab7	Analiza wyników obliczeń numerycznych pola. Sposoby prezentacji wyników.	2
Lab8	Analiza wyników obliczeń numerycznych pola. Obliczanie wielkości całkowitych (indukcyjność, siła, moment).	2
Lab9	Model polowy płaskorównoległy urządzenia wzbudzanego prądem stałym	2
Lab10	Model polowy płaskorównoległy urządzenia wzbudzanego magnesami trwałymi	2
Lab11	Model polowy osiowosymetryczny urządzenia wzbudzanego prądem stałym lub magnesami trwałymi	2
Lab12	Obliczanie rozkładu pola magnetycznego i parametrów elektromagnesu prądu stałego	2
Lab13	Obliczanie rozkładu pola magnetycznego i parametrów siłownika prądu stałego	2
Lab14	Obliczanie rozkładu pola i momentu maszyny synchronicznej z magnesami trwałymi. Projekt zespołowy.	2
Lab15	Zaliczenie przedmiotu na podstawie wykonanych wcześniej ćwiczeń	2

	Suma: 30
--	----------

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. ćwiczenia problemowe

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_U02 PEK_U03	odpowiedzi ustne
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> Turowski J., Obliczenia elektromagnetyczne elementów maszyn i urządzeń elektrycznych, WNT, Warszawa 1982 <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> Bianchi N., Electrical machine analysis using finite elements, CRC Taylor&Francis, Boca Raton, 2005

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Maciej Antal email: maciej.antal@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Projektowanie MES w mechatronice**

Name in English: **FEM modelling in mechatronics**

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MCR036303**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)			30		
Number of hours of total student workload (CNPS)			60		
Form of crediting			Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points			2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes			1.4		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has basic knowledge about differential calculus.
2. Student has basic knowledge about electrodynamics (electrostatics, electric current, magnetostatics, magnetic induction, electromagnetic waves)
3. Student is able to utilize theory of electromagnetic field to assess physical quantities.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Description of electromagnetic phenomena in electrical machines and devices.
- C2. Introduction to universal method of computation of field (by finite element method) as a tool to evaluate induction, force and power loss parameters.
- C3. Introduction to field analysis and designing of electrical machines and devices.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student is able to utilize commercial software to field and circuit-field computation.

PEK_U02 - Student is able to design 2-D field and circuit-field model of electrical machines and devices.

PEK_U03 - Student is able to assess results of computations of electromagnetic field.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Student is able to cooperate in a teamwork for various roles.

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Basic terms of electrodynamics and definitions of physical quantities.	2
Lab2	Principles of software to compute fields by finite element method. Training of simple software to compute electromagnetic fields (QuickField and FEMM).	2
Lab3	Construction of field model of electromagnetic device (QuickField and FEMM).	2
Lab4	Geometry construction of simple electrical device and material parameters of its elements.	2
Lab5	Mesh generation. Investigation of mesh quality on the computation results.	2
Lab6	Computation of magnetic field distribution on simple models of electrical devices.	2
Lab7	Analysis of numerical computation results. Methods of results presentation.	2
Lab8	Analysis of field computation results. Integral quantities computation (induction, force, torque).	2
Lab9	Planar-parallel model of device supplied by DC current.	2
Lab10	Planar-parallel model of device with permanent magnet.	2
Lab11	Field axial-symmetrical model of electric device supplied by permanent magnets or DC current.	2
Lab12	Computation of magnetic field distribution and electromagnet parameters.	2
Lab13	Computation of magnetic field distribution and DC current actuator parameters.	2
Lab14	Computation of magnetic field distribution and permanent magnet synchronous machine torque. Teamwork.	2
Lab15	Grades.	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED
N1. problem exercises

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_U02 PEK_U03	
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u> Turowski J., Obliczenia elektromagnetyczne elementów maszyn i urządzeń elektrycznych, WNT, Warszawa 1982</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u> Bianchi N., Electrical machine analysis using finite elements, CRC Taylor&Francis, Boca Raton, 2005</p>

SUBJECT SUPERVISOR
dr inż. Maciej Antal email: maciej.antal@pwr.edu.pl