

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Projektowanie numeryczne konstrukcji mikroelektronicznych**

Nazwa w języku angielskim: **Numerical prototyping of microelectronic structures**

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MCD036101**

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. Znajomość podstaw matematyki i fizyki
2. Znajomość podstaw metod numerycznych
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z podstawowymi numerycznego projektowania struktur mikroelektronicznych
- C2. Zdobycie umiejętności posługiwania się programami do modelowania numerycznego metodą MES, np. FlexPDE, ANSYS
- C3. Zapoznanie studentów z typowymi problemami dotyczącymi projektowania numerycznego jak symulacja, optymalizacja, planowanie eksperymentów, itp.
- C4. Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomagania prac inżynierskich i zastosować w sposób praktyczny programów typu: FlexPDE, ANSYS, SolidWorks do typowych zagadnień z dziedziny projektowania numerycznego w mikroinżynierii.

PEK_U02 - Analizuje i interpretuje otrzymane wyniki, posługując się odpowiednimi metodami planowania eksperymentów, optymalizacji, modelowania numerycznego, symulacji, analizy i weryfikacji wyników.

PEK_U03 - Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z rozwiązywaniem problemów interdyscyplinarnych.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.

PEK_K02 - Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie do modelowania metodą MES i programu FlexPDE i Ansys	2
Lab2	Wprowadzenie do modelowania konstrukcji mikroelektronicznych	2
Lab3	Metody analizy i optymalizacji struktur mikroelektronicznych w programach typu MES, np. FlexPDE i Ansys	2
Lab4	Analiza rozkładu pola odkształceń i naprężeń	2
Lab5	Analiza rozpraszania ciepła i rozkładu pola temperatury	2
Lab6	Analiza rozkładu pola elektrostatycznego	2
Lab7	Wyznaczanie podstawowych parametrów elektrycznych, np. rezystancja	2
Lab8	Analiza przepływów laminarnych i turbulentnych	2
Lab9	Analiza rozkładu naprężeń dla struktur bi-materiałowych	2
Lab10	Projektowanie numeryczne z wykorzystaniem modeli parametrycznych	2
Lab11	Analiza pól sprzężonych elektro-termo-mechanicznych	2
Lab12	Metody modelowania zjawisk termo-elektrycznych	2
Lab13	Optymalizacja mikromechanicznego czujnika ciśnienia	2
Lab14	Projekt indywidualny - wybór tematu i jego analiza	2
Lab15	Projekt indywidualny - zaliczenie	2
		Suma: 30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. case study
- N2. praca własna – przygotowanie do laboratorium
- N3. konsultacje
- N4. przygotowanie sprawozdania

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_U02	kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
$P = (F1 + \dots + F12) / 12$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., "The Finite Element Method: Volumes 1-3", Butterworth-Heinemann, London, 2000
2. Thompson E., "Introduction to the Finite Element Method", John Wiley and Sons, 2005
3. Kreyszig E., „Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley and Sons, 2006

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Montgomery D., "Design and Analysis of Experiments", John Wiley and Sons, 2005
2. William D., Callister Jr., "Materials Science and Engineering an Introduction", John Wiley and Sons, 2007
3. Montgomery D., Runger G., "Applied Statistics and Probability for Engineers", John Wiley and Sons, 2007

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Artur Wymysłowski email: artur.wymyslowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Projektowanie numeryczne konstrukcji mikroelektronicznych**

Name in English: **Numerical prototyping of microelectronic structures**

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MCD036101**

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. Basic knowledge on mathematics and physics
2. Basic knowledge on numerical methods
3. Basic computer skills

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Familiarize students with the basics of numerical prototyping of microelectronic structures
- C2. Gaining skills for computer software usage concerning numerical modelling based on finite element method as FlexPDE, Ansys
- C3. Getting familiarize with typical problems connected with numerical prototyping including simulation, optimization and design of experiments, etc.
- C4. Consolidation of skills for self and team work based on supplied instruction materials

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Is capable of selecting appropriate engineering tools for computer aided engineering and use such software as FlexPDE, Ansys, SolidWorks in order to solve typical problems of numerical prototyping in micro-engineering

PEK_U02 - Is able to analyze and interpret the achieved results using appropriate experiment design methods, optimization, numerical modelling and simulation as well as analysis and data interpretation methods

PEK_U03 - Can properly identify and prioritize the dilemmas connected with the interdisciplinary problems.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Can properly prioritize tasks in order to finalize a specified work.

PEK_K02 - Can properly identify and solve the dilemmas associated with a profession practice.

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction to numerical modelling and software tools as FlexPDE and Ansys	2
Lab2	Introduction to numerical modelling of micromechanical structures	2
Lab3	Analysis and optimization methods of micromechanical structures in FEM software tools as FlexPDE and Ansys	2
Lab4	Analysis of strain and stress distribution	2
Lab5	Analysis of heat dissipation and temperature distribution	2
Lab6	Analysis of electrostatic field distribution	2
Lab7	Extraction of basic electrical parameters as resistance.	2
Lab8	Analysis of laminar and turbulent flows	2
Lab9	Analysis of stress and strain distribution for bimaterial structures	2
Lab10	Numerical prototyping with parametric models	2
Lab11	Analysis of a coupled electro-thermo-mechanical field	2
Lab12	Methods of thermo-electric phenomena modelling	2
Lab13	Optimization of a micromechanical pressure sensor	2
Lab14	Individual projects - problem selection and analysis	2
Lab15	Individual project - assessment	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED
N1. case study N2. self study - preparation for laboratory class N3. tutorials N4. report preparation

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_U02	tests and laboratory reports
$P = (F1 + \dots + F12) / 12$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., "The Finite Element Method: Volumes 1-3", Butterworth-Heinemann, London, 2000 2. Thompson E., "Introduction to the Finite Element Method", John Wiley and Sons, 2005 3. Kreyszig E., „Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley and Sons, 2006 <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Montgomery D., "Design and Analysis of Experiments", John Wiley and Sons, 2005 2. William D., Callister Jr., "Materials Science and Engineering an Introduction", John Wiley and Sons, 2007 3. Montgomery D., Runger G., "Applied Statistics and Probability for Engineers", John Wiley and Sons, 2007

SUBJECT SUPERVISOR
Prof. dr hab. inż. Artur Wymysłowski email: artur.wymyslowski@pwr.edu.pl