



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metody komputerowe w elektrodynamice

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektrotechnika

Studia w zakresie (specjalność)

Elektryczne układy mechatroniki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

Inne (np. online)

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Dr hab. inż. Rafał M. Wojciechowski

email: rafal.wojciechowski@put.poznan.pl

tel. 48 061 665 23 96

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Dr hab. inż. Cezary Jędrzycka

email: cezary.jedrzycka@put.poznan.pl

tel. 48 061 665 23 96

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Wiedza - Wiedza z zakresu teorii pola elektromagnetycznego, elektrotechniki, elektrodynamiki i informatyki. Podstawowe wiadomości o komputerowych metodach rozwiązywania równań obwodów elektromagnetycznych i zagadnień pola elektromagnetycznego/

Umiejętności - Umiejętność programowania w języku C++ i PASCAL/Matlab/Scilab na poziomie podstawowym, obsługa programów do numerycznej analizy przetworników elektromechanicznych na poziomie podstawowym, umiejętność efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów.

Kompetencje - Umiejętności w zakresie pracy w zespole i komunikacji werbalnej, świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji i wiedzy, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.



## Cel przedmiotu

Poznanie współczesnych metod opisu i analizy zjawisk elektrodynamicznych w urządzeniach elektrycznych, w tym metody elementów skończonych w odniesieniu do układów z polem elektromagnetycznym.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. Student ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metod numerycznych i oprogramowania do obliczania przetworników elektromagnetycznych.
2. Student powinien opanować komputerowe metody analizy układów z polem elektromagnetycznym.

### Umiejętności

1. Student potrafi wykorzystać poznane metody numeryczne do modelowania zjawisk zachodzących w przetwornikach elektromechanicznych i elektro-magnetycznych.
2. Student potrafi przygotować opracowanie dotyczące obliczeń numerycznych przetworników elektromechanicznych i układów z polem elektro-magnetycznym przy wykorzystaniu profesjonalnego oprogramowania.

### Kompetencje społeczne

1. Student ma świadomość wartości własnej pracy, potrafi podporządkować się zasadom pracy w zespole, potrafi przygotować raport z otrzymanych wyników pracy własnej i zespołowej.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

### Wykład

- ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na teście pisemnym o charakterze problemowym
- ocenie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności i jakości wypowiedzi).

### Ćwiczenia laboratoryjne:

- sprawdzian i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji kolejnych zajęć projektowych,
- ocenie ciągłe na zajęciach aktywności studenta i przyrostu jego wiedzy oraz umiejętności, a także kompetencji, społecznych związanych z pracą w zespole,
- ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych, ocena sprawozdania z wykonanego projektu.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- przygotowywanie odpowiedzi na pytania i zadania problemowe podawane przez prowadzącego,
- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania danego problemu,
- umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego

## Treści programowe

Wykład:



Równania pola magnetycznego i pola elektrycznego w obszarach z prądami przewodzenia i przesunięcia. Różnicowe formy zapisu równań pola elektromagnetycznego. Obwodowe modele układów z polem elektromagnetycznym. Równanie płaskiej fali elektromagnetycznej. Dyfuzja pola elektromagnetycznego. Ekrany elektromagnetyczne. Metody analizy układów z polem elektromagnetycznym: sformułowania polowe, sformułowania wykorzystujące potencjały. Analogie pomiędzy metodami analizy obwodów a metodami analizy układów z polem elektromagnetycznym. Numeryczne metody rozwiązywania równań pola elektromagnetycznego w maszynach i urządzeniach elektrycznych. Metoda elementów skończonych - ujęcie kompleksowe. Funkcje interpolujące elementu węzłowego, krawędziowego, ściankowego i objętościowego. Związki pomiędzy funkcjami interpolacyjnymi elementu skończonego. Grafy i siatkowe modele elementu skończonego i układu podzielonego na elementy skończone. Siatkowa reprezentacja równań MES w obszarze z prądami przewodnictwa, magnetyzacji i przesunięcia dielektrycznego. Metody odwzorowania uzwojeń cienkozwojnych maszyn elektrycznych za pomocą elektrycznych potencjałów  $V$  i  $T0$ .

Projekt:

Analiza rozkładu pola elektromagnetycznego w przetwornikach elektromechanicznych z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi programistycznych.

### Metody dydaktyczne

Zastosowane metody kształcenia: wykłady - prezentacja zagadnień z wykorzystaniem środków multimedialnych, dyskusja nad zadaniami problemowymi;  
laboratorium - realizacja badań symulacyjnych i laboratoryjnych układów z polem elektromagnetycznym

### Literatura

Podstawowa

1. Mazur D., Gołębiowski M., Rudy M., Modelowanie i analiza układów elektromechanicznych metodą elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2016.
2. Feynman L. S., Feynmana wykłady z fizyki. Elektrodynamika, fizyka ośrodków ciągłych, t. 2.2, PWN Warszawa 2012.
3. Sikora J., Numeryczne metody rozwiązywania zagadnień brzegowych, WUPL., Lublin 2009.
4. Demenko A., Obwodowe modele układów z polem elektromagnetycznym, WPP, Poznań, 2003.
5. Nowak L., Modele polowe przetworników elektromechanicznych w stanach nieustalonych, WPP, Poznań, 1999

Uzupełniająca

1. Dolezel I., Karban P., Solin P., Integral methods in low-frequency electromagnetics, WileyandSon, New Jersey, 2009.
2. Binns K., Lawrenson P., Trowbridge C., The analytical and numerical solution of electric and magnetic fields, John Wiley&Sons, 1992.
3. Demenko A., Symulacja dynamicznych stanów pracy maszyn elektrycznych w ujęciu polowym, WPP, Poznań, 1997



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	70	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	40	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego, wykonanie zadań projektowych) <sup>1</sup>	30	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności