

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika i Automatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: E7

Stopień studiów: I

Specjalności: Automatyka w układach elektrycznych, Trakcja elektryczna, Inżynieria systemów elektrycznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Rozwiązywanie zagadnień pola elektromagnetycznego |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Solutions for Electromagnetic Field               |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIEiK EIA20_21_IST_ST oIN PK21 21/22              |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                             |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                                              |
| SEMESTRY                                | 3                                                 |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 3       | 18      | 9         | 0           | 18                              | 0        | 0 |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Utrwalenie i poszerzenie wiedzy o prawach dotyczących pól stacjonarnych i zmiennych w czasie.

**Cel 2** Powtórzenie metod analitycznego wyznaczania elementarnych rozkładów pól oraz obliczania zastępczych parametrów obwodowych na podstawie praw podstawowych.

**Cel 3** Poznanie narzędzi stosowanych w komercyjnych pakietach do modelowania numerycznego pól stacjonarnych. Opanowanie umiejętności posługiwania się nimi w celach inżynierskich

**Cel 4** Poznanie opisu zjawisk wywoływanych polem harmonicznym w urządzeniach elektrycznych prądu zmiennego

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Posługiwanie się rachunkiem wektorowym w różnych układach współrzędnych w przestrzeni trójwymiarowej

2 Podstawowe wiadomości z analizy wektorowej z uwzględnieniem całek krzywoliniowych i powierzchniowych

3 Znajomość ze zrozumieniem podstawowych praw elektryczności i magnetyzmu

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Poszerzona znajomość praw elektromagnetyzmu w ujęciu całkowym i różniczkowym.

**EK2 Umiejętności** Obliczanie parametrów obwodowych R, L, C na podstawie rozkładów pól w elementarnych układach.

**EK3 Wiedza** Znajomość podstaw metod numerycznego obliczania zagadnień polowych.

**EK4 Umiejętności** Korzystanie z pakietów numerycznych do wyznaczania rozkładów i obliczania parametrów całkowych pól statycznych

**EK5 Wiedza** Szczegółowa znajomość zjawisk polowych występujących w urządzeniach elektrycznych prądu zmiennego.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Elementy algebry i analizy wektorowej, podstawy matematyczne teorii pola. Klasyfikacja pól ze względu na rodzaj, kształt, środowisko i zmienność w czasie.                                                                                           | 3                |
| <b>W2</b> | Pole elektrostatyczne, pole prądu stacjonarnego, pole magnetostatyczne, Prawa podstawowe w ujęciu całkowym i różniczkowym.                                                                                                                           | 6                |
| <b>W3</b> | Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Prawo Faradaya w ujęciu całkowym i różniczkowym. Obliczanie parametrów indukcyjnych oraz energii i sił w obwodach magnetycznych                                                                               | 3                |
| <b>W4</b> | Potencjał skalarny i wektorowy pola. Równania pola rozwiązywanie metodami numerycznymi. Obliczanie wielkości całkowych pola na podstawie jego rozkładu przestrzennego. Charakterystyka komercyjnych pakietów do obliczania rozkładów pól statycznych | 4                |
| <b>W5</b> | Harmoniczne pole elektromagnetyczne. Ilustracja i charakterystyka zjawisk wywoływanych polem harmonicznym w urządzeniach elektrycznych prądu zmiennego                                                                                               | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Utrwalenie i poszerzenie umiejętności stosowania reguł algebry i analizy wektorowej.                                                                           | 1                |
| <b>C2</b> | Przykłady wyznaczania rozkładów pól statycznych na podstawie praw podstawowych. Obliczanie zastępczych parametrów obwodowych. Oddziaływania elektrodynamiczne. | 6                |
| <b>C3</b> | Obliczanie zjawisk występujących w wolnozmiennym okresowo polu elektromagnetycznym                                                                             | 2                |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                                                                            |                  |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>               | Wprowadzenie do modelowania pól elektrostatycznych oraz pól prądu stacjonarnego w środowisku programu FEMM | 2                |
| <b>K2</b>               | Modelowanie pola elektrostatycznego w kondensatorze z dielektrykiem wielowarstwowym                        | 3                |
| <b>K3</b>               | Modelowanie pola prądu stacjonarnego w izolacji wielożyłowego kabla z ekranem                              | 2                |
| <b>K4</b>               | Wprowadzenie do modelowania pól magnetostatycznych w środowisku programu FEMM                              | 2                |
| <b>K5</b>               | Wyznaczanie pola magnetostatycznego i charakterystyk elektromagnesu nurnikowego                            | 3                |
| <b>K6</b>               | Wyznaczanie indukcyjności własnych i wzajemnych układu uzwojeń w przetworniku elektromechanicznym          | 2                |
| <b>K7</b>               | Stosowanie warunków brzegowych w modelowaniu obwodu magnetycznego transformatora oraz maszyny elektrycznej | 2                |
| <b>K8</b>               | Końcowe zaliczanie i ocenianie sprawozdań                                                                  | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 6                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 27                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 30                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 25                                                      |
| rozwiązanie wzorcowych zadań                                                                     | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>135</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Odpowiedź ustna

**F2** Zadanie tablicowe

**F3** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**P2** Egzamin pisemny

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                              |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość, rozumienie i interpretacja zapisu podstawowych praw dotyczących pól stacjonarnych |
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                            |

|                     |                                                                                                                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Analityczne obliczenie rozkładu wybranego pola w elementarnym układzie                                                                                                   |
| NA OCENĘ 4.5        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Analityczne obliczenie rozkładu każdego z pól stacjonarnych w elementarnym układzie                                                                                      |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Umiejętność obliczenia wybranego parametru obwodowego na podstawie rozkładu pola                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Umiejętność obliczenia układu pojemności cząstkowych ;lub układu indukcyjności własnych i wzajemnych wielotorowej linii przesyłowej                                      |
| NA OCENĘ 4.5        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Przedstawienie uproszczeń stosowanych przy formułowaniu obwodowej reprezentacji obiektów wytwarzających pola elektryczne i magnetyczne                                   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość klasyfikacji numerycznych pakietów polowych                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość elementarnego przykładu ilustrującego jedną z metod numerycznego rozwiązywania równania pola                                                                   |
| NA OCENĘ 4.5        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość przykładów ilustrujących metody MRS, MSR, MES numerycznego rozwiązywania równania pola                                                                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Umiejętność wprowadzenia obiektu, zdefiniowania materiałów i wymuszeń oraz uzyskania rozwiązania w postaci rozkładu pola z wystarczającą dokładnością                    |
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Przedstawienie dostępnych procedur wyznaczających szczegóły rozwiązania i obliczających tzw. wielkości całkowite pola. Umiejętność wygenerowania i zestawienia wykresów. |
| NA OCENĘ 4.5        | x                                                                                                                                                                        |

|                     |                                                                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Umiejętność interpretacji uzyskanych wyników, pod kątem zmiany konstrukcji obiektu poprawiającej rozkład pola.           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Elementarna znajomość efektów występujących w urządzeniach elektrycznych z polem harmonicznym.                           |
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Dobra znajomość efektów występujących w urządzeniach elektrycznych z polem harmonicznym.                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | x                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Szczegółowa znajomość zjawisk związanych z występowaniem elektromagnetycznego pola harmonicznego w różnych środowiskach. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE             | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | EiA_W02                                                                        | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 C1 C2 C3    | N1 N2                 | F1 F2         |
| EK2               | EiA_U03                                                                        | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 C2<br>C3             | N1 N2                 | F1 F2         |
| EK3               | EiA_W01                                                                        | Cel 3           | W4 K1 K2 K3<br>K4 K5 K6 K7 K8 | N1 N3                 | F1 F3         |
| EK4               | EiA_U01<br>EiA_U02<br>EiA_U03                                                  | Cel 3 Cel 4     | W4 K1 K2 K3<br>K4 K5 K6 K7 K8 | N1 N3                 | F1 F3         |
| EK5               | EiA_W16                                                                        | Cel 4           | W5                            | N1                    | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [2] | Z.Piatek, P.Jabłoński — *Teoria pola elektromagnetycznego*, Warszawa, 2015, WNT
- [3] | M.Krakowski — *Elektrotechnika teoretyczna tom2 Pole elektromagnetyczne*, Warszawa, 1995, PWN
- [4] | H.Rawa — *Podstawy elektromagnetyzmu*, Warszawa, 2015, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [5] | A. Warzecha, M.Sierżega — *Rozwiązywanie zagadnień pola elektromagnetycznego*, materiały własne do ćwiczeń i laboratorium, 2019,

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | A. Cieśla — *Elektryczność i magnetyzm w przykładach i zadaniach*, Kraków, 2008, Wydawnictwo AGHj
- [2] | D.Meeker — *Finite Element Method Magnetics, User's Manual, ver 4.2*, , 2018, [www.femm/info](http://www.femm/info)

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Prof PK Adam Warzecha (kontakt: [adam.warzecha@pk.edu.pl](mailto:adam.warzecha@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

2 dr hab.inż. Adam Warzecha (kontakt: [adam.warzecha@pk.edu.pl](mailto:adam.warzecha@pk.edu.pl))

3 dr hab.inż. Marcin Jaraczewski (kontakt: [jaracz@pk.edu.pl](mailto:jaracz@pk.edu.pl))

4 mgr inż. Michał Sierżega (kontakt: [michal.sierzega@pl.edu.pl](mailto:michal.sierzega@pl.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....