

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: Elek

Stopień studiów: II

Specjalności: Monitoring i diagnostyka układów elektrycznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                            |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Modele diagnostyczne układów elektrycznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIEiK ELEKTROTECH oIIN PS16 19/20          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                       |
| SEMESTRY                                | 3                                          |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 3       | 10      | 0         | 0           | 10                              | 10       | 0 |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie zasad tworzenia oraz wykorzystywania do celów diagnostyki modeli matematycznych układów elektrycznych oraz ich elementów umożliwiających selektywne uwzględnianie uszkodzeń oraz zaburzeń w pracy.

**Cel 2** Poznanie modeli matematycznych transformatorów i maszyn elektrycznych dla analizy zaburzeń zewnętrznych oraz wykorzystywania ich dla diagnostyki.

- Cel 3** Poznanie zasad modelowania układów elektroenergetycznych w warunkach różnego rodzaju zaburzeń w sytuacjach ustalonych i przejściowych.
- Cel 4** Poznanie metodologii tworzenia modeli matematycznych transformatorów i maszyn elektrycznych przy uszkodzeniach wewnętrznych oraz metod określania widm Fouriera prądów na potrzeby diagnostyki i monitoringu. Idea diagnostyki bazującej na prądach pomiarowo dostępnych.
- Cel 5** Poznanie modelu diagnostycznego maszyn indukcyjnych klatkowych. Określanie sygnałów diagnostycznych na podstawie analizy efektów uszkodzenia klatki, zaburzenia geometrii szczeliny powietrznej oraz uszkodzenia uzwojeń stojana.
- Cel 6** Prezentacja modelu diagnostycznego maszyn synchronicznych uwzględniającego uszkodzenia uzwojeń stojana i wirnika oraz wyznaczania potencjalnych sygnałów diagnostycznych na podstawie analizy rozwiązań modelu diagnostycznego. matematycznego analizy

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

- 1 Znajomość podstaw modelowania układów elektrycznych oraz przyczyn możliwych zakłóceń w ich pracy
- 2 Znajomość właściwości maszyn elektrycznych, transformatorów oraz innych elementów układów elektroenergetycznych w stanach bezawaryjnych.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Znajomość metod tworzenia modeli matematycznych układów elektrycznych dla potrzeb diagnostyki.
- EK2 Wiedza** Znajomość metod określania sygnałów diagnostycznych selektywnych względem różnych zaburzeń pracy maszyn i urządzeń elektrycznych
- EK3 Umiejętności** Umiejętność tworzenia modeli diagnostycznych maszyn i układów elektrycznych oraz elektroenergetycznych wrażliwych na wybrane rodzaje zaburzeń oraz określania sygnałów diagnostycznych.
- EK4 Kompetencje społeczne** Świadomość roli diagnostyki układów elektrycznych w procesie eksploatacji maszyn i urządzeń elektrycznych

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |                                                                                                                                                                                                   |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Zadania modeli matematycznych układów elektrycznych dla potrzeb diagnostycznych. Wymagania stawiane modelom . Zabezpieczenia a monitoring i diagnostyka.                                          | 1                |
| <b>W2</b> | Prezentacja zasad tworzenia modeli matematycznych układów elektrycznych przy użyciu macierzy więzów. Wykorzystywania transformacji współrzędnych do opisu maszyn elektrycznych i transformatorów. | 2                |
| <b>W3</b> | Prezentacja zasad modelowania transformatorów i maszyn elektrycznych przy niesymetriach zewnętrznych oraz wykorzystywania efektów takich niesymetrii dla celów diagnostycznych.                   | 2                |

| WYKŁADY   |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b> | Prezentacja metodologii tworzenia modeli matematycznych transformatorów i maszyn elektrycznych przy uszkodzeniach wewnętrznych oraz metod określania ich właściwości na potrzeby diagnostyki i monitoringu. Idea diagnostyki bazującej na prądach pomiarowo dostępnych. | 2                |
| <b>W5</b> | Prezentacja modelu diagnostycznego maszyn indukcyjnych klatkowych. Określanie sygnałów diagnostycznych na podstawie analizy efektów uszkodzenia klatki, zaburzenia geometrii szczeliny powietrznej oraz uszkodzenia uzwojeń stojana.                                    | 2                |
| <b>W6</b> | Prezentacja zasad modelowania niesymetrii w układach elektroenergetycznych w stanach przejściowych i ustalonych. Przykłady modeli sieci promieniowych i pierścieniowych.                                                                                                | 1                |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>               | Modelowanie parametryczne generatora synchronicznego cylindrycznego przy zewnętrznych niesymetriach i zmiennym obciążeniu.                                                                                          | 2                |
| <b>K2</b>               | Modelowanie niesymetrii obciążenia i zasilania dla transformatora trójfazowego w układzie Dy. Analiza cech prądów i napięć przy niesymetriach zewnętrznych.                                                         | 2                |
| <b>K3</b>               | Modelowanie niesymetrii obciążenia i zasilania dla transformatora wielofazowego. Analiza niesymetrii na podstawie składowych symetrycznych.                                                                         | 2                |
| <b>K4</b>               | Modelowanie uszkodzeń wirników silników indukcyjnych pierścieniowych. Transformacje do układów współrzędnych związanych ze stojanem i wirnikiem. Analiza własności prądów fazowych i modułu wektora przestrzennego. | 2                |
| <b>K5</b>               | Modelowanie uszkodzeń silników indukcyjnych klatkowych. Badanie własności silnika w stanach dynamicznych przy różnych warunkach i zmianach obciążenia.                                                              | 2                |

| PROJEKTY  |                                                                                                                                            |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Opracowanie modelu matematycznego generatora synchronicznego cylindrycznego z niesymetrycznym obciążeniem we współrzędnych 0,d,q           | 2                |
| <b>P2</b> | Opracowanie modelu matematycznego transformatora Dy z niesymetrycznym obciążeniem we współrzędnych 0,1,2 lub 0,,                           | 2                |
| <b>P3</b> | Opracowanie modelu matematycznego silnika indukcyjnego pierścieniowego Y/Y z niesymetrią po stronie wirnika we współrzędnych 0,1,2 / 0,+,- | 2                |

| PROJEKTY  |                                                                                                                                        |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P4</b> | Opracowanie modelu matematycznego silnika indukcyjnego pierścieniowego z niesymetrią po stronie stojana we współrzędnych 0,1,2 / 0,+ - | 2                |
| <b>P5</b> | Opracowanie modelu matematycznego transformatora $Yy$ z niesymetrią po stronie zasilania we współrzędnych 0,1,2 lub 0,alfa,beta.       | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Praca w grupach

**N5** Konsultacje

**N6** Dyskusja

## 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                                                               | 30                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 6                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 14                                                      |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 60                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 20                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 20                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>150</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Ćwiczenie praktyczne

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Projekt zespołowy

**F4** Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Egzamin ustny

**P3** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Obecność na wykładach oraz na zajęciach projektowych i laboratoryjnych

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Test

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nienajomość metod tworzenia modeli matematycznych układów elektrycznych dla potrzeb diagnostyki.                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość ogólnej procedury tworzenia równań układów elektrycznych przy wykorzystaniu macierzy więzów. Znajomość układów współrzędnych stosowanych do opisu trójfazowych układów elektromagnetycznych oraz porządkanych efektów transformacji. |
| NA OCENĘ 3.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                                                                            |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | Niezajomość metod określania sygnałów diagnostycznych selektywnych względem różnych zaburzeń pracy maszyn i urządzeń elektrycznych                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość efektów wywoływanych przez typowe zaburzenia zewnętrzne dla maszyn elektrycznych i transformatorów.                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                                                                            |

|                     |                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Niemiejętność tworzenia modeli diagnostycznych maszyn i układów elektrycznych oraz elektroenergetycznych wrażliwych na wybrane rodzaje zaburzeń oraz określania sygnałów diagnostycznych. |
| NA OCENĘ 3.0        | Umiejętność utworzenia modeli matematycznych dla przypadków niesymetrii zewnętrznej maszyn elektrycznych i transformatorów.                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak świadomości roli diagnostyki układów elektrycznych w procesie eksploatacji maszyn i urządzeń elektrycznych                                                                           |
| NA OCENĘ 3.0        | Świadomość skutków różnych zaburzeń w pracy układów elektrycznych dla procesów technologicznych.                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | Według uznania prowadzącego zajęcia                                                                                                                                                       |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W02                                                                          | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3          | N1 N6                 | P1 P2 P3      |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU                           | TREŚCI PROGRAMOWE                                        | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY           |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| EK2               | K_W12                                                                          | Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 Cel 6                | W4 W5 W6                                                 | N1 N5 N6              | F4 P1 P2 P3             |
| EK3               | K_W12 K_U20<br>K_K04                                                           | Cel 4 Cel 5<br>Cel 6                      | K1 K2 K3 K4 K5<br>P1 P2 P3 P4 P5                         | N2 N3 N4 N5 N6        | F1 F3 F4                |
| EK4               | K_K04                                                                          | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 Cel 6 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 K1 K2<br>K3 K4 K5 P1 P2<br>P3 P4 P5 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 F4 P1<br>P2 P3 |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Tadeusz Sobczyk** — *Metodyczne aspekty modelowania matematycznego maszyn indukcyjnych*, Warszawa, 2004, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Jan Rusek** — *Modelowanie maszyn indukcyjnych*, Krakow, 2000, Wydawnictwo AGH
- [2 ] **Tadeusz Glinka** — *Badania diagnostyczne maszyn elektrycznych w przemyśle*, Katowice, 1998, Wyd. Komel

### LITERATURA DODATKOWA

- [1 ] Materiały do wykładu przekazywane studentom

## 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

- 1 dr hab. inż. Konrad Weinreb (kontakt: [peweinre@cyfronet.pl](mailto:peweinre@cyfronet.pl))
- 2 dr hab. inż. Adam Warzecha (kontakt: [adam.warzecha@pk.edu.pl](mailto:adam.warzecha@pk.edu.pl))
- 3 mgr. inż. Jarosław Tulicki (kontakt: [jaroslaw.tulicki@pk.edu.pl](mailto:jaroslaw.tulicki@pk.edu.pl))



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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