

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika i Automatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E\_3\_4

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 EIA oIIS PS17 20/21                  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                       |
| SEMESTRY                                | 2  |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 2       | 30      | 0         | 0           | 15                              | 15       | 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 stanach 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

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |  |                  |
|-------------------------|--|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| K1                      | Przygotowanie modeli symulacyjnych w pakiecie Matlab lub Matlab-Simulink oraz przeprowadzenie badań symulacyjnych wybranych stanów pracy generatora synchronicznego, maszyny asynchronicznej lub transformatora w warunkach niesymetrii zewnętrznych według wyboru prowadzącego projekty. Przykładowe tematy: - Przygotowanie modelu i wykonanie symulacji pracy silnikowej maszyny synchronicznej wydatno-biegunowej przy zasilaniu z elastycznej niesymetrycznej sieci - Przygotowanie modelu i wykonanie symulacji pracy autonomicznej generatora synchronicznego wydatno-biegunowego przy niesymetrycznym z obciążeniu. - Przygotowanie modelu w programie i wykonanie symulacji maszyny asynchronicznej pierścieniowej przy niesymetrii zewnętrznej - Przygotowanie modelu i wykonanie symulacji transformatora przy różnych skojarzeniach uzwojeń z niesymetrią zewnętrzną - Przygotowanie modelu i wykonanie symulacji generatora synchronicznego przy nieliniowym obciążeniu | 15               |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |  |                  |
|-------------------------|--|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |

| 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.  | 2                |
| <b>W2</b> | Prezentacja zasad tworzenia modeli matematycznych układów elektrycznych przy użyciu macierzy więzów. Wykorzystywania transformacji współrzędnych do opisu maszyn elektrycznych i transformatorów.   | 4                |
| <b>W3</b> | Prezentacja zasad modelowania transformatorów i maszyn elektrycznych przy niesymetriach zewnętrznych oraz wykorzystywania efektów takich niesymetrii dla celów diagnostycznych.   | 4                |
| <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. | 6                |
| <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.                                    | 6                |
| <b>W6</b> | Prezentacja modelu diagnostycznego maszyn synchronicznych uwzględniającego uszkodzenia uzwojeń stojana i wirnika oraz wyznaczania potencjalnych sygnałów diagnostycznych na podstawie analizy rozwiązań modelu diagnostycznego.   | 4                |
| <b>W7</b> | Prezentacja zasad modelowania niesymetrii w układach elektroenergetycznych w stanach przejściowych i ustalonych. Przykłady modeli sieci promieniowych i pierścieniowych.  | 4                |

| PROJEKTY  |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Opracowanie modelu diagnostycznego maszyny elektrycznej lub transformatora energetycznego wewnętrznie niesymetrycznej , według wskazań prowadzącego. Projekt wykonywany grupowo, wymagający współpracy kilku zespołów | 15               |

## 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   | 60  |
| 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                               | 20  |
| Opracowanie wyników  | 10  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</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        | ... oraz znajomość metod określania parametrów równań modeli diagnostycznych   |
| NA OCENĘ 4.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia  |
| NA OCENĘ 5.0        | ... oraz znajomość metod przetwarzania i rozwiązywania równań modeli diagnostycznych w celu uzyskiwania informacji o sygnałach diagnostycznych.  |
| 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        | .. oraz możliwości wykorzystywania ich do diagnostyki  |
| NA OCENĘ 4.5        | Według uznania prowadzącego zajęcia  |
| NA OCENĘ 5.0        | Świadomość niejednoznaczności sygnałów diagnostycznych   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Niemiejtność 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               | Umiejętność właściwego doboru metod rozwiązywania modeli diagnostycznych w celu selektywnego określenia sygnału diagnostycznego |
| NA OCENĘ 4.5               | Według uznania prowadzącego zajęcia   |
| NA OCENĘ 5.0               | Umiejętność aktywnego tworzenia modeli i określania sygnałów diagnostycznych  |
| <b>EFEKT KSZTAŁCENIA 4</b> |   |
| 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               | Świadomość ekonomicznych aspektów diagnostyki.  |
| NA OCENĘ 4.5               | Według uznania prowadzącego zajęcia   |
| NA OCENĘ 5.0               | Wieloaspektowa świadomość diagnostyki.  |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU                           | TREŚCI PROGRAMOWE                | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY           |
|-------------------|--|---|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| EK1               |  | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3                      | W1 W2 W3                         | N1 N6                 | P1 P2 P3                |
| EK2               |  | Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 Cel 6                | W4 W5 W6 W7                      | N1 N5 N6              | F4 P1 P2 P3             |
| EK3               |  | Cel 4 Cel 5<br>Cel 6                      | K1 P1                            | N2 N3 N4 N5 N6        | F1 F3 F4                |
| EK4               |  | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 Cel 6 | K1 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 W7<br>P1 | 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)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof. dr hab.inż. Tadeusz Sobczyk (kontakt: tadeusz.sobczyk@pk.edu.pl)

2 dr hab. inż. Konrad Weinreb (kontakt: konrad.weinreb@pk.edu.pl)

3 dr. hab. inż. Adam Warzecha (kontakt: adam.warzecha@pk.edu.pl)

4 mgr inż. Jarosław Tulicki (kontakt: jaroslaw.tulicki@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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