

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka odnawialna, Systemy i urządzenia energetyczne, Urządzenia i instalacje ochrony środowiska

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Maszyny elektryczne   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Electrical machines   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | E206                  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                  |
| SEMESTRY                                | 4                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 4       | 18     | 9         | 9            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie budowy, działania oraz charakterystyk pracy transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych.

**Cel 2** Przyswojenie metod pomiarów, w tym wyznaczania parametrów schematów zastępczych i charakterystyk pracy maszyn elektrycznych.

**Cel 3** Nabycie umiejętności obliczania i analizy wybranych stanów eksploatacyjnych maszyn elektrycznych.

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

1 Przyswojenie treści przedmiotu: Podstawy elektrotechniki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna budowę, zasadę działania i właściwości eksploatacyjne transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych.

**EK2 Umiejętności** Student potrafi, na podstawie przyswojonych formuł, wykonać obliczenia i analizę wybranego stanu pracy ustalonej maszyny elektrycznej.

**EK3 Wiedza** Student zna i objaśnia pomiarowe metody badania maszyn elektrycznych, w tym: wyznaczania schematów zastępczych oraz charakterystyk pracy.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi dobrać metody i zakres przeprowadzonych przez siebie pomiarów maszyny elektrycznej, mających na celu identyfikację jej parametrów i wyznaczenie charakterystyk pracy.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Obwody magnetyczne, budowa i własności uzwojeń transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych. Pole magnetyczne wirujące i pulsujące. Indukcja i moment elektromagnetyczny. Siła elektromotoryczna rotacji i transformacji. Modele obwodowe: równania dynamiczne i w stanie ustalonym, dla symetrii budowy i zasilania, przy założeniu liniowości obwodu magnetycznego.                                                                     | 4                |
| <b>W2</b> | Transformatory: budowa i zasada działania, układy i grupy połączeń transformatorów trójfazowych, schemat zastępczy i wyznaczenie jego parametrów, zmienność napięcia, straty mocy i sprawność, praca równoległa transformatorów.                                                                                                                                                                                                               | 3                |
| <b>W3</b> | Maszyny indukcyjne: budowa i zasada działania, schemat zastępczy i wyznaczenie jego parametrów, moment elektromagnetyczny i zakres stabilnej pracy, bilans mocy i sprawność, rozruch i regulacja obrotów silnika pierścieniowego i klatkowego.                                                                                                                                                                                                 | 4                |
| <b>W4</b> | Maszyny synchroniczne cylindryczne i z wydatnymi biegunami: budowa i zasada działania, opis stanu ustalonego przy prędkości synchronicznej, schematy zastępcze w osiach d-q, wyznaczanie parametrów schematów zastępczych, praca samotna i współpraca z siecią generatora synchronicznego, wykresy wskazowe dla pracy silnikowej, prądnicowej i kompensatorowej, rozruch asynchroniczny silnika, synchronizacja generatora z siecią, krzywe V. | 5                |
| <b>W5</b> | Maszyny komutatorowe prądu stałego: budowa i zasada działania, komutacja i zjawisko oddziaływania twornika, równania stanu ustalonego dla maszyny o wzbudzeniu równoległym i szeregowym, metody rozruchu i regulacji obrotów.                                                                                                                                                                                                                  | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Przedmiotem pierwszej części ćwiczeń jest skorelowana z programem wykładu rachunkowa analiza wybranych stanów eksploatacyjnych transformatorów i maszyn indukcyjnych.                      | 5                |
| <b>C2</b> | Przedmiotem drugiej części ćwiczeń jest skorelowana z programem wykładu rachunkowa analiza wybranych stanów eksploatacyjnych maszyn synchronicznych i maszyn komutatorowych prądu stałego. | 4                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Wprowadzenie do laboratorium maszyn elektrycznych, omówienie tematyki ćwiczeń, instruktaż stanowiskowy w zakresie BHP.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1                |
| <b>L2</b>    | Poznanie budowy transformatorów jedno- i trójfazowych. Wyznaczenie parametrów schematu zastępczego transformatora na podstawie pomiarów stanu jałowego i stanu zwarcia. Wyznaczenie charakterystyki zewnętrznej transformatora. Określenie układu połączeń i wyznaczenie grupy połączeń transformatora trójfazowego. Przeprowadzenie pomiarów i analizy pracy równoległej transformatorów. Zaliczenie pisemnego sprawozdania z przebiegu ćwiczenia i opracowania wyników pomiarów.                                                                                                                                                  | 2                |
| <b>L3</b>    | Poznanie budowy silnika indukcyjnego: pierścieniowego i klatkowego. Wyznaczenie początków i końców faz uzwojenia stojana silnika pierścieniowego i silnika klatkowego. Wyznaczenie przekładni napięciowej w silniku pierścieniowym. Wyznaczenie parametrów schematu zastępczego silnika pierścieniowego na podstawie pomiarów biegu jałowego i stanu zwarcia. Przeprowadzenie rozruchu i poznanie metod regulacji obrotów silnika indukcyjnego pierścieniowego i klatkowego. Wyznaczenie charakterystyki mechanicznej silnika indukcyjnego. Zaliczenie pisemnego sprawozdania z przebiegu ćwiczenia i opracowania wyników pomiarów. | 2                |
| <b>L4</b>    | Poznanie budowy maszyny synchronicznej. Pomiary charakterystyk dla pracy samotnej generatora synchronicznego. Wyznaczenie reaktancji synchronicznych maszyny z wydatnymi biegunami. Synchronizacja i współpraca generatora z siecią, wyznaczenie krzywych V. Zaliczenie pisemnego sprawozdania z przebiegu ćwiczenia i opracowania wyników pomiarów.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                |
| <b>L5</b>    | Pisemny sprawdzian z przyswojonej wiedzy i umiejętności praktycznych w zakresie znajomości i użytkowania maszyn elektrycznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania 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                                                               | 0                                                       |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 0                                                       |
| 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                               | 80                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 24                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>110</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Odpowiedź ustna

**F2** Kolokwium

**F3** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna dostatecznie budowę, zasadę działania i własności eksploatacyjne transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych. |

|                     |                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.0        | Student dobrze zna budowę, zasadę działania i własności eksploatacyjne transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 5.0        | Student bardzo dobrze zna budowę, zasadę działania i własności eksploatacyjne transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych                                                                        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna schematy zastępcze i formuły opisujące ustalony stan pracy maszyny elektrycznej i potrafi wykonać podstawowe obliczenia dla wybranego stanu pracy ustalonej maszyny elektrycznej.          |
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi przeprowadzić analizę wpływu zmiany warunków zasilania, obciążenia lub parametrów maszyny elektrycznej na zmianę jej stanu pracy ustalonej.                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi przedstawić graficznie i uzasadnić analitycznie zagadnienie kształtowania charakterystyk statycznych maszyny elektrycznej.                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna metody badania maszyn elektrycznych, w tym pomiary prowadzące do wyznaczania schematów zastępczych oraz statycznych charakterystyk pracy.                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna i potrafi objaśnić stosowane metody badania maszyn elektrycznych.                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.5        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi sporządzić według nakreślonego zakresu badań: schemat układu pomiarowego, dobrać przyrządy pomiarowe i metodę badań. Student potrafi prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki badań. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 2.0        | x                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student, współpracując w zespole ćwiczących, potrafi zrealizować zalecony program ćwiczenia laboratoryjnego.                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | x                                                                                                                                                                                                      |

|              |                                                                                                                                                                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0 | Student wykazuje aktywność w realizacji programu ćwiczenia laboratoryjnego, m.in. w łączeniu układu pomiarowego i w zapisywaniu wyników pomiaru .                |
| NA OCENĘ 4.5 | x                                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 5.0 | Student potrafi zorganizować i pokierować pracą współwiczających oraz prawidłowo reagować na utrudnienia, mogące wystąpić podczas realizacji programu ćwiczenia. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W12                                                                         | Cel 1           | W1 W2 W3 W4 W5    | N1 N2 N3              | P1 P2         |
| EK2               | K1_W12                                                                         | Cel 1 Cel 3     | C1                | N1 N3 N4              | F1 F2         |
| EK3               | K1_W12                                                                         | Cel 1 Cel 2     | L2 L3 L4 L5       | N1 N3                 | F1 F2 F3      |
| EK4               | K1_W12                                                                         | Cel 2           | L1 L2 L3 L4 L5    | N1 N3                 | F1 F2 F3      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Z. Bajorek** — *Teoria maszyn elektrycznych*, Warszawa, 1982, PWN
- [2] | **A. Plamitzer** — *Maszyny elektryczne*, Warszawa, 1986, WNT
- [3] | **A. Jagiełło, K. Weinreb** — *Zadania z maszyn elektrycznych*, Kraków, 1997, Wyd. Politechniki Krakowskiej

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **R. Miksiewicz** — *Maszyny elektryczne - zagadnienia obliczeniowe*, Gliwice, 2000, Wyd. Politechniki Śląskiej

### LITERATURA DODATKOWA

- [1] | **K. Weinreb**, Laboratorium maszyn elektrycznych, opracowanie wewnętrzne

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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

2 dr inż. Dariusz Borkowski (kontakt: d\_borkowski@o2.pl)

3 mgr inż. Agnieszka Banach (kontakt: abanach@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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