

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

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                        | Maszyny elektryczne                 |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Electrical Machines                 |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIEiK EIA20_21_IST_ST oIN PK3 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe               |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 7.00                                |
| SEMESTRY                                | 4                                   |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 4       | 18      | 18        | 24          | 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. Kod

**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: Analiza obwodów elektrycznych.
- 2 Przyswojenie treści przedmiotu: Elektromechaniczne przetwarzanie energii.
- 3 Przyswojenie treści przedmiotu: Rozwiązywanie zagadnień pola elektromagnetycznego

## 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

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Przedmiotem pierwszej części ćwiczeń jest skorelowana z programem wykładu rachunkowa analiza wybranych stanów eksploatacyjnych transformatorów i maszyn indukcyjnych.                      | 9                |
| C2        | Przedmiotem drugiej części ćwiczeń jest skorelowana z programem wykładu rachunkowa analiza wybranych stanów eksploatacyjnych maszyn synchronicznych i maszyn komutatorowych prądu stałego. | 9                |

| WYKŁADY |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Obwody magnetyczne, budowa i właściwości 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. | 2                |
| W2      | 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.                                                                                                                                             | 4                |

| WYKŁADY   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <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.                                                                                                                                                                                                  | 5                |
| <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                |

| LABORATORIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                |
| <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                                                                                                                                                   | 6                |
| <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. | 6                |
| <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.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6                |

| LABORATORIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L5</b>   | Poznanie budowy maszyn komutatorowych prądu stałego. Przeprowadzenie rozruchu i poznanie metod regulacji obrotów silnika prądu stałego o wzbudzeniu: obcym, bocznikowym, bocznikowo - szeregowym, szeregowym. Wyznaczenie charakterystyk zewnętrznych i mechanicznych silnika prądu stałego. Zaliczenie pisemnego sprawozdania z przebiegu ćwiczenia i opracowania wyników pomiarów | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Treść wykładu - wersja elektroniczna

N4 Zadania tablicowe

N5 Zbiór zadań - wersja elektroniczna

N6 Ćwiczenia laboratoryjne

N7 Instrukcje do ćwiczeń - wersja elektroniczna

N8 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                                                               | 60                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 3                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 70                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 50                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>185</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 7.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna budowy, zasady działania i właściwości eksploatacyjnych transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna dostatecznie budowę, zasadę działania i właściwości eksploatacyjne transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych                                                             |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi porównać właściwości eksploatacyjne dwóch typów maszyn elektrycznych                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna dobrze budowę, zasadę działania i właściwości eksploatacyjne transformatorów i wirujących maszyn elektrycznych                                                                   |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna nietypowe konstrukcje maszyn specjalnego przeznaczenia                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi zaproponować zmiany konstrukcyjne zapewniające oczekiwane parametry maszyny                                                                                                  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna schematów zastępczych i podstawowych formuł opisujących stan ustalony transformatorów i maszyn elektrycznych                                                                 |
| 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        | Student potrafi wykonać rozszerzone obliczenia dla wybranych stanów pracy                                                                                                                    |
| 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        | Student potrafi wskazać sposoby kształtowania charakterystyk statycznych maszyn elektrycznych                                                                                                |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi przedstawić graficznie i uzasadnić analitycznie zagadnienie kształtowania charakterystyk statycznych maszyny elektrycznej.                                                   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                              |

|                     |                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna pomiarowych metod badania transformatorów i maszyn elektrycznych                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pomiarowe metody badania transformatorów i maszyn elektrycznych                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna metody badania transformatorów i maszyn elektrycznych, w tym pomiary prowadzące do wyznaczania schematów zastępczych oraz statycznych charakterystyk pracy.                                |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna i potrafi wykonać podstawowe pomiary maszyn elektrycznych i przeprowadzić samodzielnie analizę wyników.                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi przygotować układ pomiarowy dla konkretnego przeznaczenia                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi sporządzić według nakreślonego zakresu badań: schemat układu pomiarowego, dobrać przyrządy pomiarowe i metode badan. Student potrafi prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki badan. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi dobrać metody pomiaru do określenia podstawowych parametrów maszyny                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi dobrać metody pomiaru do określenia podstawowych parametrów maszyny                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna typowe metody badania maszyn elektrycznych                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Student wykazuje dużą sprawność w realizacji programu pomiarów w ćwiczeniu laboratoryjnym                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi zauważyć i usunąć błędy w układzie pomiarowym                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi zorganizować i pokierować pracą współwiczacych 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               | EiA_W11                                                                        | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | C1 C2 W1 W2<br>W3 W4 W5 L1<br>L2 L3 L4 L5 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6 N7 N8 | F1 F2 P1 P2   |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                         | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE      | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|----------------------------|---------------|
| EK2               | EiA_U08                                                                        | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | C1 C2 W1 W2<br>W3 W4 W5 L1<br>L2 L3 L4 L5 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6 N7 N8 | F1 F2 P1 P2   |
| EK3               | EiA_U15                                                                        | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | C1 C2 W1 W2<br>W3 W4 W5 L1<br>L2 L3 L4 L5 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6 N7 N8 | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | EiA_U11<br>EiA_U13<br>EiA_U15                                                  | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | C1 C2 W1 W2<br>W3 W4 W5 L1<br>L2 L3 L4 L5 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6 N7 N8 | F1 F2 P1 P2   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | T.Glinka — *Maszyny elektryczne i transformatory*, Warszawa, 2018, WNT
- [2] | W.Przyborowski, G.Kamiński — *Maszyny elektryczne*, Warszawa, 2014, Wyd. Pol. Warszawskiej
- [2] | M.Ronkowski — *Maszyny elektryczne wokół nas*, Gdańsk, 2012, Wyd. Pol.Gdańskiej
- [3] | J. Skwarczynski, Z. Tertil — *Maszyny elektryczne*, Kraków, 1995, Wyd.AGH
- [4] | A.Plamitzer — *Maszyny elektryczne*, Warszawa, 1982, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | T.Glinka — *Ćwiczenia tablicowe z transformatorów i maszyn elektrycznych*, Warszawa, 2022, PWN

### LITERATURA DODATKOWA

- [1] | Adam Warzecha — *Konspekt wykładu*, PK, 2022,

## 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

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

3 mgr inż. Jarosław Tulicki (kontakt: jtulicki@pk.edu.pl)

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

5 dr inż Arkadiusz Dziechciarz (kontakt: [arkadiusz.dziechciarz@pk.edu.pl](mailto:arkadiusz.dziechciarz@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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