**Nazwa przedmiotu:**

Napędy elektryczne

**Koordynator przedmiotu:**

Dr inż. Piotr Piórkowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-IZP-0301

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 19, w tym:
a) wykład - 8 godz.;
b) laboratorium- 8 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) egzamin - 2 godz.;
2) Praca własna studenta- 30 godzin, w tym:
a) 5 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do wykładu;
b) 5 godz. – studia literaturowe;
c) 5 godz. – przygotowywanie się studenta do egzaminu;
d) 7 godz. – przygotowywanie się studenta do ćwiczeń laboratoryjnych;
e) 8 godz. – wykonanie sprawozdań.

3) RAZEM – 49 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1 punkt ECTS – liczba godzin kontaktowych - 19, w tym:
a) wykład - 8 godz.;
b) laboratorium- 8 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) egzamin - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1 punkt ECTS – 23 godz. pracy studenta, w tym:
1) ćwiczenia laboratoryjne – 8 godz.;
2) 7 godz. – przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych;
3) 8 godz. – opracowanie wyników, przygotowanie sprawozdań.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 8h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 8h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa wiedza z elektrotechniki, elektroniki i maszyn elektrycznych (wysłuchanie wykładów: Elektrotechnika i elektronika I i II)

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstaw teorii elektrycznych układów napędowych pojazdów i maszyn roboczych, podstaw konstrukcji, rozwiązań i zasad działania oraz zasad obliczeń zespołów tego typu układów. Nabycie przez studentów umiejętności formułowania wymagań projektowych tj. doboru rodzaju i podstawowych parametrów elektrycznego układu napędowego i jego komponentów do określonego typu pojazdów i maszyn roboczych.

**Treści kształcenia:**

Wykład.
• Źródła, nośniki, przesył różnych form energii. Ścieżka przepływu energii od źródła do odbiorcy.
• Odnawialne źródła energii – omówienie dostępnych technologii, ich zalet i ograniczeń.
• Główni odbiorcy energii – wymagania energetyczne i trakcyjne środków transportu i maszyn roboczych
• Bilans energetyczny i sprawność napędu elektrycznego w cyklu jazdy lub cyklu pracy.
• Struktura, komponenty i schemat blokowy napędu elektrycznego.
• Czynniki mające wpływ na wybór i dobór silnika elektrycznego.
• Dynamika napędu elektrycznego i zagadnienia z tym związane – zależności, moment bezwładności, rodzaje i charakterystyki momentów oporu (w tym trakcyjnych), wpływ przełożeń, funkcje przełożeń, redukcje momentów, wyznaczanie punktu pracy .
• Profile ruchu, trajektorie, cykle prędkościowe, cykle pracy maszyny roboczej.
• Obciążenia ciągłe, zmienne wg cykli, dobór silnika wg obciążenia średniokwadratowego, dobór według modelu termicznego
• Przetworniki położenia i prędkości, dokładność i powtarzalność przetwornika, rola przetworników w procesach sterowania ze sprzężeniem zwrotnym, częstotliwość próbkowania, rozdzielczość.
• Przetworniki prądowo – napięciowe działające na zasadzie efektu Halla.
• Momentomierze telemetryczne
• Maszyny elektryczne, podział, zasada działania, podstawowe zależności, budowa, charakterystyki, regulacja momentu i sterowanie prędkością, strefy regulacji i osłabienie pola, praca w ćwiartkach układu moment-prędkość obrotowa – silników prądu stałego szczotkowych i bezszczotkowych w tym dyskowych typu Axial,
• Sterowniki silników prądu stałego, układ pół i pełnomostkowy, metoda modulacji szerokości impulsu PWM. Sterowanie w układzie otwartym bez sprzężenia zwrotnego, ze sprzężeniem prędkościowym i prędkościowo-prądowym, regulator histerezowy.
• Maszyny prądu przemiennego asynchroniczne i synchroniczne - budowa, charakterystyki, regulacja momentu i sterowanie prędkością, strefy regulacji i osłabienie pola, praca w ćwiartkach układu moment-prędkość obrotowa
• Falowniki silników prądu przemiennego, metoda trójfazowej modulacji szerokości impulsu PWM, sterowanie wg metod U/f=const. i wektorowe.
• Pierwotne i wtórne źródła prądu – przegląd technologii.

Laboratorium
Badanie silnika asynchronicznego klatkowego. Układ napędowy z wolnoobrotowym silnikiem PM. Napęd z zastosowaniem silnika indukcyjnego sterowanego falownikiem. Badanie wodorowego ogniwa paliwowego PEM. Wyznaczanie elektrycznych parametrów ultrakondensatorów. Badanie silnika asynchronicznego pierścieniowego

**Metody oceny:**

Z przedmiotu „Napędy Elektryczne” wystawiana jest ocena łączna, na którą składają się ocena z egzaminu oraz ocena z laboratorium.
Wykład zaliczany jest w trybie egzaminu. Zaliczenie odbywa się na podstawie pozytywnej oceny części pisemnej i części ustnej.
Laboratorium uznaje się za zaliczone jeśli Student zaliczy wszystkie ćwiczenia przewidziane harmonogramem. Ćwiczenie uznaje się za zaliczone po uzyskaniu pozytywnych ocen ze sprawdzianu wstępnego, wykonania ćwiczenia i sprawozdania.
Ocenę łączną wyznacza się przyjmując wagę ~2/3 dla oceny z egzaminu oraz ~1/3 dla oceny uzyskanej z laboratorium.
W uzasadnionych, indywidualnych przypadkach Prowadzący ma prawo zastosować inne wagi przy określaniu oceny łącznej.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Koczara W.: Wprowadzenie do napędu elektrycznego, OWPW 2012.
2. Sieklucki G.: Modele i zasady sterowania napędami elektrycznymi, AGH 2014.
3. Szumanowski A.: Akumulacja Energii w pojazdach, WKiŁ 1984.
4. Szumanowski A.: „Hybrid Electric Vehicle Drives Design” ITEE 2006.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_W1:**

Posiada wiedzę o komponentach napędów elektrycznych i ich podstawowych właściwościach

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W12, KMiBM\_W13, KMiBM\_W15, KMiBM\_W16, KMiBM\_W21

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W05, T1A\_W02, T1A\_W05, InzA\_W02, T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W08, InzA\_W03

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_W2:**

Posiada wiedzę o kryteriach doboru komponentów napędu elektrycznego, wynikających z analizy charakteru obciążenia i warunków pracy napędu elektrycznego.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W12, KMiBM\_W13, KMiBM\_W15, KMiBM\_W16, KMiBM\_W23

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W05, T1A\_W02, T1A\_W05, InzA\_W02, T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W09, InzA\_W04

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_W3:**

Zna zasady określania i wyznaczania obciążeń trakcyjnych i roboczych i ich efektów, niezbędnych do projektowania napędu elektrycznego.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W12, KMiBM\_W13, KMiBM\_W15, KMiBM\_W16, KMiBM\_W21

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W05, T1A\_W02, T1A\_W05, InzA\_W02, T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W08, InzA\_W03

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_W4:**

Zna charakterystyki komponentów napędu elektrycznego, niezbędne dla ich właściwego doboru.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W12, KMiBM\_W13, KMiBM\_W15, KMiBM\_W16, KMiBM\_W21

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W05, T1A\_W02, T1A\_W05, InzA\_W02, T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W08, InzA\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_U1:**

Potrafi dobrać komponenty napędów elektrycznych na podstawie ich podstawowych właściwościach

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego; obserwacja sposobu wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U07, KMiBM\_U09, KMiBM\_U10, KMiBM\_U13, KMiBM\_U19, KMiBM\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U16, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, InzA\_U02, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U01, T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U05, T1A\_U02, T1A\_U11

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_U2:**

Potrafi zastosować kryteria doboru komponentów napędu elektrycznego, wynikających z analizy charakteru obciążenia i warunków pracy napędu elektrycznego.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego; obserwacja sposobu wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U07, KMiBM\_U09, KMiBM\_U10, KMiBM\_U13, KMiBM\_U19, KMiBM\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U16, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, InzA\_U02, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U01, T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U05, T1A\_U02, T1A\_U11

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_U3:**

Potrafi określić i wyznaczyć obciążenia trakcyjne i robocze i ich efekty, niezbędne do projektowania napędu elektrycznego.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego; obserwacja sposobu wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U07, KMiBM\_U09, KMiBM\_U10, KMiBM\_U13, KMiBM\_U19, KMiBM\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U16, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, InzA\_U02, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U01, T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U05, T1A\_U02, T1A\_U11

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_U4:**

Potrafi wytypować szczególnie obciążone w danych warunkach komponenty napędu elektrycznego i dobrać odpowiednią technologię komponentów z uwzględnieniem ich szacunkowych kosztów.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego; obserwacja sposobu wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U07, KMiBM\_U09, KMiBM\_U10, KMiBM\_U13, KMiBM\_U19, KMiBM\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U16, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, InzA\_U02, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U01, T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U05, T1A\_U02, T1A\_U11

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_U5:**

Potrafi określić charakterystyki komponentów napędu elektrycznego, niezbędne dla ich właściwego doboru.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny, rozmowa dopuszczająca do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego, Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego; obserwacja sposobu wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U07, KMiBM\_U09, KMiBM\_U10, KMiBM\_U13, KMiBM\_U19, KMiBM\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U16, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, InzA\_U02, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U01, T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U05, T1A\_U02, T1A\_U11

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MB000-IZP-0301\_K1:**

Potrafi współdziałać i pracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych i opracowywaniu sprawozdania, przyjmując w niej różne role. Ma świadomość zdobywania szerszej wiedzy.

Weryfikacja:

Ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń i ocena sprawozdania

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K01, KMiBM\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01, T1A\_K03, T1A\_K04, InzA\_K02