**Nazwa przedmiotu:**

Teoria ruchu pojazdów elektrycznych

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. Antoni Szumanowski, dr inż. Arkadiusz Hajduga

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-IZP-0321

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 33, w tym:
a) wykład -20 godz.;
b) ćwiczenia laborat. - 10 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) egzamin - 2 godz.;
2) Praca własna studenta - 90 godzin, w tym:
a) 25 godz. – studia literaturowe;
b) 15 godz. – przygotowywanie się studenta do egzaminu;
c) 28 godz. – przygotowywanie się studenta do ćwiczeń;
d) 22 godz. – wykonanie raportów.
3) RAZEM –123 godz.

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

1,3 punktu ECTS – liczba godzin kontaktowych – 33, w tym:
a) wykład -20 godz.;
b) ćwiczenia laborat. - 10 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:**

2 punkty ECTS – 60 godz., w tym:
1) udział w ćwiczeniach– 10 godz.;
2) 28 godz. – przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych;
3) 22 godz. – opracowanie wyników obliczeń, przygotowanie raportów.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość zagadnień podstawowych z elektrotechniki, prezentowanych na wykładzie Elektrotechnika i elektronika I. Znajomość zagadnień prezentowanych na wykładzie Napędy elektryczne. Znajomość zagadnień prezentowanych na wykładzie Pojazdy.

**Limit liczby studentów:**

według zarządzenia Rektora

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstaw dotyczących budowy oraz zasady działania elektromechanicznych, hybrydowych układów napędowych. Poznanie podstawnych zasad oraz określania właściwych kryteriów doboru komponentów w napędach hybrydowych. Poznanie właściwości i ograniczeń zastosowania komponentów wchodzących w skład napędów hybrydowych, w tym szczególnie pierwotnych i wtórnych źródeł energii. Poznanie zasad i kryteriów dotyczących sterowania rozdziałem mocy w napędach wieloźródłowych.
Zapoznanie się z prowadzeniem pomiarów stanowiskowych przy badaniu napędów wieloźródłowych i na ich podstawie określaniem właściwości badanych struktur napędowych poprzez analizę odpowiednich charakterystyk, w tym szczególnie wpływu wybranych parametrów na własności trakcyjne i energetyczne badanych napędów..

**Treści kształcenia:**

Wykład
Definicja napędów elektrycznych – omówienie zagadnienia napędu elektrycznego w odniesienie do ruchu pojazdu z napędami wykorzystywanymi współcześnie. Pojęcia akumulacji energii, rekuperacji energii, sprawności energetycznej napędu. Przeniesienie momentu obrotowego maszyny elektrycznej poprzez koło na nawierzchnię – warunki współpracy koła z nawierzchnią. Określenie i wyznaczenie oporów ruchu pojazdu. Podstawowe komponenty napędu elektrycznego: źródło zasilania (bateria akumulatorów elektrochemicznych, supercapacitory, ogniwo paliwowe); przetworniki energii elektrycznej na mechaniczną (maszyny elektryczne wraz z układami sterowania); elementy przeniesienia napędu (przekładnie mechaniczne). Dobór parametrów napędu elektrycznego: moc maszyny elektrycznej, pojemność baterii akumulatorów elektrochemicznych, dobór przełożeń mechanicznych, zgodnie z kryteriami maksymalnej sprawności i minimalnej masy układu napędowego. Obliczenia trakcyjne pojazdu z napędem elektrycznym. Charakterystyka właściwości ruchowych pojazdu z napędem elektrycznym. Przyspieszanie i hamowanie (hamowanie odzyskowe) pojazdu z napędem elektrycznym. Wpływu przeniesienia napędu na oś przednią lub tylną na proces przyspieszania i hamowania odzyskowego pojazdu. Ruch pojazdu z napędem elektrycznym po torze krzywoliniowym. Zagadnienie dyferencjału mechanicznego i elektrycznego. Wyznaczania zużycia energii elektrycznej dla napędów elektrycznych.
Ćwiczenia laboratoryjne :
W ramach przewidzianych zajęć studenci wykonają głównie ćwiczenia obliczeniowe mające na celu praktyczne poznanie i utrwalenie wiedzy przez doświadczenie na temat istoty właściwego doboru parametrów napędu elektrycznego takich jak, moc maszyny elektrycznej, przełożenia mechaniczne czy pojemność baterii elektrochemicznej zgodnie z założonymi parametrami początkowymi jak prędkość maksymalna, minimalny zasięg jazdy czy czas przyspieszania. Dla tak zdefiniowanej struktury wykonują obliczenia trakcyjne w tym również energetyczne dla zadanego cyklu jazdy. Analizie poddają również warunki pracy maszyn elektrycznych współpracujących w dyferencjale elektrycznym

**Metody oceny:**

Wykład: egzamin.
Ćwiczenia:
Na podstawie raportów z bloków zagadnień określonych przez prowadzącego.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Stanisław Arczyński „Mechanika ruchu samochodu”.
Antoni Szumanowski „Akumulacja w pojazdach”.
Antoni Szumanowski „Fundamentals of Hybrid Drives”.
Antoni Szumanowski „Projektowanie dyferencjałów elektromechanicznych elektrycznych pojazdów drogowych”.
Gianfranco Pistoia „ Electric and Hybrid vehicles – Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the market” Elsevier
Mehrdad Ehsani “ Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cells vehicles Fundamentals, Theory and design” CRC Press.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ W\_1:**

Posiada wiedzę teoretyczną i potrafi opisać budowę oraz zasadę działania napędu elektrycznego.

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W12, KMiBM\_W14, KMiBM\_W15, KMiBM\_W17, KMiBM\_W20

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

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ W\_2:**

Posiada wiedzę teoretyczną i potrafi określić kryteria i ograniczenia w doborze parametrów napędu elektrycznego

Weryfikacja:

Egzamin, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W12, KMiBM\_W14, KMiBM\_W15, KMiBM\_W17, KMiBM\_W20

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

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ W\_3:**

Posiada wiedzę teoretyczną i potrafi określić kryteria sterowania parametrami maszyn elektrycznych w dyferencjale elektrycznym.

Weryfikacja:

Egzamin, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W12, KMiBM\_W14, KMiBM\_W15, KMiBM\_W17, KMiBM\_W20

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

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ W\_4:**

Posiada wiedzę teoretyczną i potrafi uzasadnić przeprowadzony dobór parametrów napędu elektrycznego ze szczególnym uwzględnieniem hamowania rekuperacyjnego

Weryfikacja:

Egzamin, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W12, KMiBM\_W14, KMiBM\_W15, KMiBM\_W17, KMiBM\_W20

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

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ W\_5:**

Posiada wiedzę i jest świadomy wpływu parametrów napędu na jego sprawność i zasięg jazdy pojazdu elektrycznego.

Weryfikacja:

Egzamin, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W12, KMiBM\_W14, KMiBM\_W15, KMiBM\_W17, KMiBM\_W20

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ U\_1:**

Zna zasady i potrafi przeprowadzić dobór mocy, wartości przełożenia i pojemności baterii elektrochemicznej w napędzie elektrycznym

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U02, KMiBM\_U08, KMiBM\_U09, KMiBM\_U11, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ U\_2:**

Potrafi przeprowadzić obliczenia trakcyjne pojazdu z napędem elektrycznym

Weryfikacja:

Egzamin, bieżące postępy na ćwiczeniach, raport z bloku ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U02, KMiBM\_U08, KMiBM\_U09, KMiBM\_U11, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ U\_3:**

Potrafi wyznaczyć warunki sterownia maszynami elektrycznymi w czasie ruchu po torze krzywoliniowym i zweryfikować je symulacyjnie.

Weryfikacja:

Egzamin, bieżące postępy na ćwiczeniach, raport z bloku ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U02, KMiBM\_U08, KMiBM\_U09, KMiBM\_U11, KMiBM\_U12, KMiBM\_U13, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18, KMiBM\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U01, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16, T1A\_U02, T1A\_U11

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ U\_4:**

Potrafi zdefiniować warunki hamowania rekuperacyjnego w celu maksymalizacji odzysku energii kinetycznej pojazdu.

Weryfikacja:

Egzamin, bieżące postępy na ćwiczeniach, raport z bloku ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U02, KMiBM\_U08, KMiBM\_U09, KMiBM\_U11, KMiBM\_U12, KMiBM\_U13, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18, KMiBM\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U13, T1A\_U14, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U01, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16, T1A\_U02, T1A\_U11

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MB000-IZP-0321 \_ K\_1 :**

Potrafi pracować i współdziałać w grupie przy realizacji ćwiczeń audytoryjnych i opracowywaniu raportu, przyjmując w niej różne role

Weryfikacja:

Ocena sposobu wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń i ocena sprawozdania.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K03, KMiBM\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K05, T1A\_K03, T1A\_K04, InzA\_K02