**Nazwa przedmiotu:**

Teoria ruchu pojazdów elektrycznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Arkadiusz Hajduga

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-00000-ISP-0321

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 50, w tym:
a) wykład -30 godz.;
b) ćwiczenia - 15 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) kolokwia - 4 godz.;
2) Praca własna studenta - 70 godzin, w tym:
a) 20 godz. – studia literaturowe;
b) 10 godz. – przygotowywanie się studenta do kolokwiów;
c) 18 godz. – przygotowywanie się studenta do ćwiczeń;
d) 22 godz. – wykonanie raportów.
3) RAZEM –120 godz.

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

2 punkty ECTS – liczba godzin kontaktowych - 50 w tym:
a) wykład -30 godz.;
b) ćwiczenia - 15 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) kolokwia- 4 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS – 55 godz., w tym:
1) udział w ćwiczeniach– 15 godz.;
2) 18 godz. – przygotowywanie się do ćwiczeń audytoryjnych;
3) 22 godz. – opracowanie wyników obliczeń, przygotowanie raportów cząstkowych i raportu końcowego.

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

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

**Wymagania wstępne:**

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

**Limit liczby studentów:**

według zarządzenia Rektora

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstaw dotyczących budowy oraz zasady działania elektromechanicznych, układów napędowych. Poznanie podstawowych zasad oraz określania właściwych kryteriów doboru komponentów w napędach elektrycznych i hybrydowych. Poznanie właściwości i ograniczeń zastosowania komponentów wchodzących w skład napędów elektrycznych i hybrydowych, w tym szczególnie pierwotnych i wtórnych źródeł energii. Poznanie zasad i kryteriów dotyczących sterowania napędem elektrycznych w zależności od realizowanej fazy ruchu oraz sterowania rozdziałem mocy w napędach wieloźródłowych.
Zapoznanie się z prowadzeniem doboru parametrów napędu elektrycznego w zależności od założonych wymagań i kryteriów w odniesieniu do warunków eksploatacyjnych pojazdu z napędem elektrycznym. Zapoznanie się z wpływem dobranych parametrów na właściwości energetyczne oraz ruchowe pojazdu z napędem elektrycznym, w tym szczególnie na zużycie energii elektrycznej.

**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 audytoryjne:
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:
Zaliczany jest na podstawie dwóch kolokwiów w semestrze. Ocena końcowa stanowi średnią arytmetyczną z ocen uzyskanych z poszczególnych kolokwiów. Dopuszcza się poprawę tylko jednego kolokwium. Termin zostanie uzgodniony z zainteresowanymi studentami.
Ćwiczenia:
Zaliczenie następuje na podstawie raportów z bloków zagadnień określonych przez prowadzącego wliczając w to pracę studenta i jego aktywność w czasie zajęć audytoryjnych..
Ocena końcowa ustalana jest na podstawie ocen końcowych z egzaminu i ćwiczeń, przy czym ocenie z egzaminu nadaje się większą wagę tj, ok. 60-65% oceny końcowej.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Stanisław Arczyński „Mechanika ruchu samochodu”.
2. Antoni Szumanowski „Akumulacja w pojazdach”.
3. Antoni Szumanowski „Fundamentals of Hybrid Drives”.
4. Antoni Szumanowski „Projektowanie dyferencjałów elektromechanicznych elektrycznych pojazdów drogowych”.
5. Gianfranco Pistoia „ Electric and Hybrid vehicles – Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the market” Elsevier.
6. 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 1150-0000-ISP-0321 \_ W\_1:**

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

Weryfikacja:

Kolokwia, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W05, K\_W08, K\_W12, K\_W19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W05

**Efekt 1150-00000-ISP-0321 \_ W\_2:**

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

Weryfikacja:

Kolokwia, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W05, K\_W08, K\_W12, K\_W17, K\_W19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W05

**Efekt 1150-00000-ISP-0321 \_ W\_3:**

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

Weryfikacja:

Kolokwia, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W08, K\_W12, K\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W03

**Efekt 1150-00000-ISP-0321 \_ W\_4:**

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

Weryfikacja:

Kolokwia, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W05, K\_W15, K\_W17, K\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07

**Efekt 1150-00000-ISP-0321 \_ W\_5:**

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

Weryfikacja:

Kolokwia, ocena bieżących postępów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W09, K\_W12, K\_W13, K\_W16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W01, InzA\_W03, T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-00000-ISP-0321 \_ U\_1:**

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

Weryfikacja:

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

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U09, K\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U12, InzA\_U04, T1A\_U12, T1A\_U16

**Efekt 1150-00000-ISP-0321 \_ U\_2:**

Potrafi przeprowadzić obliczenia trakcyjne pojazdu z napędem elektrycznym

Weryfikacja:

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

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U10, K\_U23

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U11

**Efekt 1150-00000-ISP-0321 \_ U\_3:**

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

Weryfikacja:

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

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U11, K\_U12

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U07, T1A\_U08

**Efekt 1150-00000-ISP-0321 \_ U\_4:**

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

Weryfikacja:

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

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U14, K\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U14, InzA\_U06, T1A\_U15, InzA\_U07

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-00000-ISP-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:** K\_K02, K\_K04

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