**Nazwa przedmiotu:**

Przekładnie mechaniczne w napędach elektrycznych i hybrydowych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Arkadiusz Hajduga

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1120-PE000-MSP-0603

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych/ - 62 w tym/i
a) wykład 30 godz.;
b) projekt - 30 godz.;
c) konsultacje - 2 godz.;
2) Praca własna studenta – 40 godzin, w tym:
a) 32 godz. – bieżące przygotowywanie zagadnienia projektowego,
b) 8 godz. – przygotowywanie się studenta do 2 kolokwiów .”
3) RAZEM – 102

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

2.48 punktów ECTS – liczba godzin kontaktowych - 62 w tym:
a) wykład – 30 godz.;
b) projekt - 30 godz.;
c) konsultacje - 2 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS - 50 godzin pracy studenta, w tym:
a) udział w ćwiczeniach projektowych - 30 godzin;
b) sporządzenie raportu końcowego - 20 godzin

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wiedza z zakresu teorii elektrycznych i hybrydowych układów napędowych, ich konstrukcji i zasad działania,

**Limit liczby studentów:**

Zgodnie z Rozporządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Wiedza: Poznanie rodzajów przekładni mechanicznych mogących znaleźć zastosowanie w napędach elektrycznych i hybrydowych, ich wpływu na parametry energetyczne tych napędów oraz wpływu na strategie sterowania napędem wynikającego z własności danego typu przekładni mechanicznej.
Umiejętności: Umiejętność w zakresie doboru właściwego typu przekładni mechanicznej i jej parametrów dostosowanych do funkcji przewidzianej w napędzie przy uwzględnieniu wpływu na strategię sterowania napędem w celu osiągnięcia minimalnego zużycia energii
Kompetencje Społeczne: Świadomość wymagań i ograniczeń w działaniach inżynierskich

**Treści kształcenia:**

Zakres merytoryczny wykładu :
Rodzaje przekładni mechanicznych i ich rola w napędzie.
Przekładnie wielostopniowe w napędach elektrycznych i hybrydowych – kształtowanie charakterystyki momentu napędowego w celu minimalizacji zużycia energii.
Zagadnienie synchronizacji prędkości w przekładni wielobiegowej elektrycznym napędzie bezsprzęgłowym.
Zagadnienie automatycznego sterowania zmianą przełożenia – strategia sterowania napędem.
Przekładnie CVT i ich wpływ na charakterystykę momentu napędowego na kole napędowym pojazdu.
Metody sterowania zmianą przełożenia przekładni CVT.
Przekładnie IVT.
Charakterystyka urządzeń odpowiedzialnych za realizację zmiany przełożenia – aktuatory.
Przekładnia planetarna, jako „power split device” w napędzie hybrydowym.
Wpływ konfiguracji PSD w napędzie na własności energetyczne napędu i poszczególnych źródeł.
Urządzenia dodatkowe wspierające pracę PSD.
Dobór przełożenia przekładni mechanicznej.
Zagadnienia projektowe :
Zagadnienia projektowe wraz z ich praktyczną realizującą będą bazować na istniejących stanowiskach zawierających przekładnie mechaniczne odpowiednio, w razie potrzeby modyfikowanym i adaptowanym, np. stanowisko do badania napędu hybrydowego z przekładnią planetarną, stanowisko do badania przekładni CVT, stanowisko do badania napędu elektrycznego z wielobiegową, zautomatyzowaną skrzynią biegów.
Propozycje tematów projektów:
Zaprojektowanie zabudowy danego szeregu planetarnego jako PSD.
Zaprojektowanie stanowiska do badania przekładni CVT – V-belt.
Zaprojektowanie elementów wykonawczych odpowiedzialnych za zmianę przełożenia w przekładni wielostopniowej.
Zaprojektowanie elementów wykonawczych odpowiedzialnych za zmianę przełożenia w przekładni CVT.
Zaprojektowanie i badanie algorytmów sterowania przekładnią wielobiegową w napędzie elektrycznym.
Zaprojektowanie i badanie algorytmów sterowania przekładnią CVT w napędzie elektrycznym.
Zaprojektowanie i badanie algorytmów sterowania PSD w napędzie hybrydowym.
Zaprojektowania stanowiska do badania zespołu sprzęgło-hamulec wspomagającego pracę przekładni PSD.
Tematy te będą ulegały modyfikacji i rozszerzeniu w miarę prowadzonych prac. Z tego samego powodu przewiduje się powstanie nowych tematów.

**Metody oceny:**

Wykład: Zaliczany jest na podstawie dwóch kolokwiów organizowanych w pierwszej połowie i na końcu semestru. Oba kolokwia muszą być zaliczone pozytywnie. Pod koniec semestru zostanie zorganizowane kolokwium poprawkowe na którym do którego dopuszczony jest student mający co najmniej jedną pozytywna ocenę z kolokwiów. W uzasadnionych przypadkach losowych dopuszczalne jest poprawiane dwóch niezaliczonych kolokwiów jednak jest to decyzja indywidualna.
Student może otrzymać ocenę pozytywną po uzyskaniu pozytywnych ocen z obu kolokwiów.
Projekt:
Ocenie podlega sposób rozwiązania zagadnienia projektowego przez studenta. Podstawą oceny jest raport opisujący rozwiązanie zagadnienia projektowego. Warunkiem koniecznym uzyskania pozytywnej oceny jest sporządzenie raportu końcowego i dostarczenie go prowadzącemu w określonym terminie. Na ocenę ma również wpływ aktywność studenta na zajęciach projektowych.
Ocena łączna zostaje wystawiona na podstawie oceny z obu część przy wadze każdej z części 50%.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Koczara W.: Wprowadzenie do napędu elektrycznego, OWPW 2012
Szumanowski A.: Akumulacja Energii w pojazdach, WKiŁ 1984
Szumanowski A.: „Hybrid Electric Vehicle Drives Design” ITEE 2006
W. Grzegożek Przekładnie o ciągłej zmianie przełożenia (CVT) w układach napędowych pojazdów.
Zeng, Xiaohua, Wang, Jixin Analysis and Design of the Power-Split Device for Hybrid Systems
Naunheimer, H., Bertsche, B., Ryborz, J., Novak, W Automotive Transmissions Fundamentals, Selection, Design and Application

**Witryna www przedmiotu:**

https://wynalazca.tv/rodzaje-przekladni-mechanicznych-obliczenia-przelozenia/

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka K\_W01:**

Ma wiedzę o typach przekładni mechanicznych, ich podstawowych właściwościach i ich funkcji w napędzie elektrycznym i hybrydowym .

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W02:**

Ma wiedzę o kryteriach doboru przekładni mechanicznych w napędzie elektrycznym i hybrydowym, wynikających z analizy charakteru obciążenia i warunków pracy poszczególnych źródeł mocy ww napędów.

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W03:**

Zna zasady doboru wartości przełożenia mechanicznego w napędzie elektrycznym i hybrydowym w zależności od obciążeń trakcyjnych i roboczych i ich efektów.

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W04:**

Rozumie wpływ wartości przełożenia na kształtowanie charakterystyk komponentów napędu elektrycznego i hybrydowego niezbędne dla minimalizacji konsumpcji energii.

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W05:**

Potrafi zaprojektować układ pomiarowy w celu wyznaczenia odpowiednich charakterystyk napędu elektrycznego lub hybrydowego.

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej. Raport końcowy z realizacji zadania projektowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W06:**

Potrafi zaprojektować układ sterowania zmianą przełożenia przekładni mechanicznej oraz dobrać odpowiednie aktuatory w celu realizacji założonej strategii sterowania pracą napędu.

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej. Raport końcowy z realizacji zadania projektowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W07:**

Potrafi zdefiniować i zaprojektować strukturę napędu hybrydowego lub elektrycznego uwzględniając przekładnię mechaniczną.

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej. Raport końcowy z realizacji zadania projektowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka K\_U01:**

Potrafi przeprowadzić pomiary stanowiskowe w celu wyznaczenia odpowiednich charakterystyk mających na celu weryfikacje założonej funkcji przekładni mechanicznej w strukturze napędu.

Weryfikacja:

Rozmowa Prowadzącego ze Studentami w trakcie wykładu i zajęć projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka K\_U02:**

Potrafi przeprowadzić badania symulacyjne w celu weryfikacji parametrów przekładni przy uwzględnieniu istotnych cech wynikających z typu przekładni mechanicznej oraz jej miejsca w strukturze napędu

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej. Rozmowa Prowadzącego ze Studentami w trakcie wykładu i zajęć projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o

**Charakterystyka K\_U03:**

Potrafi dobrać parametry przekładni mechanicznej w celu realizacji określonej funkcji w strukturze napędowej wykorzystując odpowiednie narzędzia.

Weryfikacja:

Kolokwium w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej. Rozmowa Prowadzącego ze Studentami w trakcie wykładu i zajęć projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_K01:**

Doskonali się poprzez realizację zagadnień projektowych.

Weryfikacja:

Ocena postępów przy realizacji zadania projektowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK

**Charakterystyka K\_K02:**

Potrafi współpracować w zespole i wymieniać się wiedzą w celu grupowego osiągnięcia założonego celu.

Weryfikacja:

Ocena postępów przy realizacji zadania projektowego oraz raportu końcowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KO