**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy elektromechanicznych napędów hybrydowych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Antoni Szumanowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-IZP-0323

**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 - 32, w tym:
a) wykład -20 godz.;
b) laboratorium- 10 godz.;
c) konsultacje - 2 godz.
2) Praca własna studenta - 90 godzin, w tym:
a) 20 godz. – studia literaturowe;
b) 20 godz. – przygotowywanie się studenta do 2 kolokwiów;
c) 22 godz. – przygotowywanie się studenta do ćwiczeń;
d) 28 godz. – wykonanie sprawozdań.

3) RAZEM –122 godz.

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

1,3 punktu ECTS – liczba godzin kontaktowych - 32, w tym:
a) wykład -20 godz.;
b) laboratorium- 10 godz.;
c) konsultacje - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2,4 punktów ECTS – 60 godz., w tym:
a) udział w ćwiczeniach laboratoryjnych – 10 godz.;
b) 22 godz. – przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych;
c) 28 godz. – opracowanie wyników, przygotowanie sprawozdań;
d) konsultacje - 2 godz.

**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:**

zgodnie z zarządzeniem 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
Cykl jazdy i definicja mocy średniej w cyklu. Definicje pierwotnego i wtórnego źródła energii. Model ogólny hybrydowego układu napędowego. Tryby pracy napędu hybrydowego. Rekuperacja i akumulacja energii. Równanie bilansu energetycznego napędu wieloźródłowego. Moc źródła pierwotnego i minimalna pojemność energetyczna źródła wtórnego. Ogólna definicja węzła sumowania mocy i rodzaje napędów hybrydowych. Pierwotne źródło energii – silnik spalinowy. Właściwości, ograniczenia i wymagania dotyczące stosowania silnika spalinowego w napędzie hybrydowym. Wtórne źródła energii – akumulator inercyjny i akumulator elektrochemiczny. Właściwości, ograniczenia i wymagania dotyczące stosowania bezładnika w napędzie hybrydowym. Właściwości, ograniczenia i wymagania dotyczące stosowania akumulatora elektrochemicznego w napędzie hybrydowym. Sumowanie mocy na drodze elektrycznej – napęd szeregowy. Rozpływ mocy w napędzie szeregowym w zależności od trybu pracy napędu . Sumowanie mocy na drodze mechanicznej – napęd równoległy. Rozpływ mocy w zależności od trybu pracy napędu równoległego. Przekładnia planetarna jako węzeł sumowania mocy w napędzie hybrydowym. Sterowanie rozpływem mocy w napędzie hybrydowym z przekładnią planetarną o dwóch stopniach swobody.
Laboratorium:
1. Szeregowy hybrydowy układ napędowy – badanie rozpływu mocy w zadanym cyklu jazdy.
2. Szeregowy hybrydowy układ napędowy – badanie wpływu warunków pracy zespołu silnik spalinowy generator na parametry pracy baterii elektrochemicznej w zadanym cyklu jazdy.
3. Równoległy hybrydowy układ napędowy.
4. Szeregowo - równoległy hybrydowy układ napędowy z przekładnią planetarną – wpływ sterowanie maszyną elektryczną na rozpływ mocy w napędzie.
5. Szeregowo - równoległy hybrydowy układ napędowy z przekładnią planetarną – sterowanie sprzęgłem w procesie rozruchu silnika spalinowego

**Metody oceny:**

Wykład:
Zaliczany jest na podstawie dwóch kolokwiów w semestrze.
Laboratorium:
Przed rozpoczęciem ćwiczenia sprawdzane jest merytoryczne przygotowanie studentów poprzez krótki sprawdzian pisemny. Każde ćwiczenie jest zaliczane na podstawie pozytywnej oceny ze sprawdzianu oraz poprawnie wykonanego sprawozdania, przyjętego i ocenionego przez prowadzącego dane ćwiczenia. W czasie wykonywania ćwiczenia możliwe jest sprawdzenie praktycznej wiedzy studentów nt. pomiarów wielkości elektrycznych i mechanicznych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. „Hybrid electric Vehicle Drives Design. Edition based on Urban Buses” A. Szumanowski, Warszawa-Radom 2006.
2. “Akumulacja energii w pojazdach” A. Szumanowski, WKŁ, Warszawa 1984.
3. “Hybrid Electric Power Train Engineering and Technology: Modeling, Control, and Simulation” A. Szumanowski, Monografia, Engineering Science Reference (inprinted by IGI Global), USA 2013.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB000-IZP-0323 \_ W\_1:**

Posiada wiedzę teoretyczną i potrafi opisać budowę oraz zasadę działania podstawowych struktur elektromechanicznych, hybrydowych układów napędowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń

**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-0323 \_ W\_2:**

Posiada wiedzę teoretyczną i potrafi określić kryteria i ograniczenia w doborze parametrów struktury hybrydowej z punktu widzenia zastosowanych komponentów.

Weryfikacja:

Kolokwium, sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń

**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-0323 \_ W\_3:**

Posiada wiedzę teoretyczną i potrafi określić kryteria sterowania rozpływem mocy w napędzie hybrydowym wynikające z zastosowanej struktury i komponentów.

Weryfikacja:

Kolokwium, sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń

**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-0323 \_ W\_4:**

Posiada wiedzę teoretyczną i potrafi uzasadnić zastosowanie danego rodzaju wtórnego i pierwotnego źródła energii w danej strukturze.

Weryfikacja:

Kolokwium, sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń

**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-0323 \_ U\_1:**

Zna zasady i potrafi przeprowadzić dobór mocy źródła pierwotnego i minimalnej pojemności energetycznej akumulatora.

Weryfikacja:

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

**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-0323 \_ U\_2:**

Potrafi dobrać strukturę hybrydową i zdefiniować dla niej sposób rozpływu mocy w zależności od trybu pracy napędu hybrydowego.

Weryfikacja:

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

**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-0323 \_ U\_3:**

Potrafi dokonać obliczeń odpowiednich wielości i na tej podstawie wykreślić charakterystyki np. napięcia od prądu, momentu obrotowego od prędkości obrotowej.

Weryfikacja:

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

**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-0323 \_ K\_1 :**

Potrafi pracować i współdziałać w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych i opracowywaniu sprawozdania, 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