



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Napędy pojazdów elektrycznych [S1Elmob1>NPE]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektromobilność

Rok/Semestr  
3/5

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
30

Laboratorium  
30

Inne  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

5,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Cezary Jędrzycka prof. PP  
cezary.jedryczka@put.poznan.pl

dr inż. Jacek Mikołajewicz  
jacek.mikolajewicz@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza dotycząca budowy i zasady działania wybranych maszyn elektrycznych. Silniki elektryczne - zasada działania i podstawowe charakterystyki. Silniki indukcyjne, silniki synchroniczne, silniki prądu stałego. Maszyny szybkoobrotowe. Grzanie maszyn elektrycznych. Elektryczne układy napędowe: charakterystyki obciążenia, energoelektroniczne systemy zasilania, metody sterowania. Magazyny energii elektrycznej. Świadomość konieczności poszerzenia wiedzy i umiejętności. Zdolność do podporządkowania się regułom obowiązującym podczas zajęć wykładowych i laboratoryjnych. Umiejętność komunikowania się z najbliższym środowiskiem podczas zajęć.

### Cel przedmiotu

Poznanie budowy, zasad działania, charakterystyk, właściwości eksploatacyjnych i podstawowych metod analizy oraz badań laboratoryjnych układów napędowych pojazdów elektrycznych, w tym układów mechatronicznych i układów wykonawczych automatyki, a w szczególności przetworników elektromechanicznych wchodzących w skład tych układów.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza:

1. ma wiedzę o budowie, zasadzie działania, charakterystykach oraz podstawowych metodach analizy elektrycznych układów napędowych stosowanych w pojazdach elektrycznych i hybrydowych.
2. ma wiedzę na temat właściwości eksploatacyjnych napędów elektrycznych oraz struktury układów sterowania, przetwornic częstotliwości i napięcia a także wiedzę o zaimplementowanych algorytmach sterowania napędami elektrycznymi wykorzystywanymi w elektromobilności.
3. zna i rozumie procesy zachodzące w cyklu życia układów elektrycznych i elektronicznych wchodzących w skład systemów elektromobilnych

### Umiejętności:

1. ma umiejętność wykonywania obliczeń parametrów i podstawowych charakterystyk układów napędowych pojazdów elektrycznych oraz wyjaśniania zasad ich działania.
2. ma umiejętność tworzenia i łączenia układów pomiarowych do badania parametrów, charakterystyk i właściwości ruchowych elektrycznych układów napędowych.
3. ma umiejętność wykonywania wybranych pomiarów w napędach elektrycznych pojazdów i identyfikacji na podstawie pomiarów podstawowych parametrów tych układów.

### Kompetencje społeczne:

1. potrafi radzić sobie w sytuacjach związanych z eksploatacją maszyn elektrycznych w pojazdach i wykazać się pewnością w działaniach wymagających wiedzy o tych układach.
2. potrafi myśleć i działać odpowiedzialnie i w sposób przedsiębiorczy w obszarze związanym z produkcją i eksploatacją napędów elektrycznych stosowanych w pojazdach.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: zaliczony na podstawie sprawdzianu wiedzy podczas egzaminu pisemnego w trakcie sesji egzaminacyjnej oraz na podstawie aktywności studentów w czasie zajęć. Zaliczenie wykładu jest poświadczane ocenami.

Ćwiczenia laboratoryjne: sprawdzanie wiedzy jest realizowane w trzech etapach, poprzez: (a) ocenę przygotowania do wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego; (b) ocenę aktywności i przyrostu wiedzy oraz umiejętności w trakcie ćwiczeń, tj. podczas pomiarów maszyn elektrycznych; (c) ocenę sprawozdania końcowego i przedstawionych w tym sprawozdaniu wniosków i wyników badań. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych jest poświadczane ocenami.

## Treści programowe

Podstawy napędu elektrycznego w kontekście napędów pojazdów elektrycznych, ograniczenia termiczne i elektryczne i mechaniczne. Dwuosiowy model maszyny elektrycznej - przekształcenia Clarke i Park'a. Sterowanie skalarne i wektorowe, pierwsza i druga strefa regulacji. Algorytmy sterowania maszynami elektrycznymi FOC, DTC, MTPA, sterowanie czujnikowe i bezczujnikowe. Dedykowane mikrokontrolery napędowe i układy sprzężenia zwrotnego.

## Tematyka zajęć

### Wykład

Podstawy napędu elektrycznego - struktura układu napędowego, typy charakterystyk statycznych, moment aktywny i reaktywny, układ czterokwadrantowy (praca silnikowa i hamulcowa) w kontekście napędów pojazdów elektrycznych, nagrzewanie się maszyn elektrycznych, rodzaje pracy maszyn elektrycznych. Przeliczanie mocy znamionowej silników, zasady doboru silników elektrycznych. Dobór silnika przy zmiennym obciążeniu, przekładnia redukcyjna. Sprowadzanie momentów oporowych i momentów bezwładności do prędkości wału silnika, typy statycznych charakterystyk mechanicznych silników i maszyn roboczych. Dwuosiowy model maszyny elektrycznej - przekształcenia Clarke i Park'a, wektory przestrzenne, przykłady dla maszyn synchronicznych o magnesach trwałych (PMSM) i maszyn asynchronicznych (ASM). Sterowanie skalarne i wektorowe, pierwsza i druga strefa regulacji. Odwzbudzenie maszyn synchronicznych z magnesami trwałymi - praca w strefie osłabionego strumienia. Algorytmy sterowania maszynami elektrycznymi FOC, DTC, MTPA, sterowanie czujnikowe i bezczujnikowe. Dedykowane mikrokontrolery napędowe (Instaspin, C2000) struktura, zaimplementowane algorytmy, zastosowania. Układy sprzężenia zwrotnego - przetworniki kąta obrotu

(resolwery, prądnice tachometryczne, enkodery - optyczne, magnetyczne, pojemnościowe, inkrementalne, absolutne).

Ćwiczenia laboratoryjne

Układy i stanowiska pomiarowe do badania układów napędowych z silnikami synchronicznymi reluktancyjnymi oraz maszynami o magnesach trwałych. Badanie układów napędowych z silnikami asynchronicznymi. Badanie procesu hamowania generatorowego. Analiza i interpretacja otrzymanych wyników pomiarów i obliczeń.

### Metody dydaktyczne

1. Wykład z prezentacją multimedialną uzupełniony przykładami podawanymi na tablicy i przykładami do samodzielnej analizy.
2. Ćwiczenia laboratoryjne z analizą sprawozdania przygotowywanych przez studentów i dyskusją w trakcie tworzenia stanowiska pomiarowego i wykonywania pomiarów.

### Literatura

Podstawowa:

1. Jagiełło A.S.: Systemy elektromechaniczne dla elektryków, Politechnika Krakowska, Kraków, 2008
2. Puchała A.: Dynamika maszyn i układów elektromechanicznych, PWN, Warszawa, 1977.
3. Czemplik A.: Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów. Zasady i przykłady konstrukcji modeli dynamicznych obiektów automatyki. WNT, Warszawa, 2008
4. Koczara W.: Wprowadzenie do napędu elektrycznego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
5. Zawirski K., Deskur J., Kaczmarek T.: Automatyka napędu elektrycznego, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012.

Uzupełniająca:

1. R. Crowder, Electric Drives and Electromechanical systems, Elsevier, 2006
2. M. S. Sarna, Electric Machines, Steady-State Theory and Dynamic Performance, West Publishing 3. Company, wyd. 2, 1994 i wyd. Następne
5. Electric Motor Drives - Modeling, Analysis and Control by R. Krishnan Pren. Hall Inc., NJ, 2001.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	5,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	62	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	63	2,50