



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Przedmiot Obieralny E: Elektromobilność i magazyny energii

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektrotechnika

Studia w zakresie (specjalność)

Elektromobilność i układy elektryczne w pojazdach i przemyśle

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

4/7

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

15

Inne (np. online)

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Leszek Kasprzyk

email: Leszek.Kasprzyk@put.poznan.pl

tel. 61 665 23 89

Instytut Elektrotechniki i Elektroniki

Przemysłowej

ul. Piotrowo 3A 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z zakresu elektrotechniki, maszyn elektrycznych oraz form i metod przetwarzania energii. Umiejętność interpretowania przekazywanych wiadomości oraz efektywnego kształcenia w dziedzinie związanej z magazynami energii i systemami hybrydowymi oraz pracy w zespole.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie studentów z stanem aktualnym i kierunkami rozwoju elektromobilności w Polsce i na świecie. Przedstawienie klasyfikacji i charakterystyki ogólnej magazynów energii elektrycznej oraz zaprezentowanie wybranych metod ich badania i modelowania.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie elektromobilności.



Ma wiedzę na temat energochłonności pojazdów samochodowych oraz magazynów energii elektrycznej stosowanych w pojazdach elektrycznych i hybrydowych.

Ma wiedzę z zakresu projektowania prostych systemów zasilania pojazdów.

#### Umiejętności

Potrafi dokonać klasyfikacji i analizy pracy systemu napędowego oraz magazynu energii w pojazdach elektrycznych i hybrydowych.

Potrafi badać, analizować i modelować pracę wybranych magazynów energii elektrycznej stosowanych w systemach mobilnych.

#### Kompetencje społeczne

Ma świadomość narastającego problemu energetycznego na świecie.

Rozumie różne aspekty i skutki działalności inżyniera elektryka, w tym wpływu na środowisko

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana w trakcie pisemnego zaliczenia, które odbywa się na ostatnim wykładzie. Zaliczenie składa się z pytań otwartych punktowanych zależnie od poziomu trudności. Próg zaliczeniowy: 50% punktów. Zagadnienia zaliczeniowe przesłane są staroście grupy drogą mailową z wykorzystaniem systemu uczelnianej poczty elektronicznej 2-3 tygodnie przed terminem zaliczenia.

Zaliczenie zajęć projektowych odbywa się na podstawie bieżącej kontroli postępów, aktywności na zajęciach oraz realizacji końcowego projektu.

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych następuje na podstawie oceny wiedzy teoretycznej i praktycznej niezbędnej do wykonania realizowanego zadania, weryfikowanej na bieżąco w trakcie zajęć ze studentami oraz na podstawie pisemnych sprawozdań z wykonanego zadania.

#### Treści programowe

##### Wykład:

Historia pojazdów samochodowych, aktualne dane statystyczne na temat transportu i motoryzacji na świecie. Elektromobilność w Polsce i na świecie. Metody poprawy szkodliwości pojazdów samochodowych. Parametry techniczne pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Wyznaczanie zapotrzebowania na moc i energię pojazdu samochodowego. Dobór i analiza zachowania magazynu energii w pojeździe samochodowym. Systemy ładowania magazynów energii w pojazdach elektrycznych i hybrydowych typu plugin. Analiza ekonomiczna opłacalności stosowania pojazdów elektrycznych i hybrydowych.

Wprowadzenie do magazynowania energii elektrycznej. Klasyfikacja magazynów energii elektrycznej. Parametry charakteryzujące magazyny energii elektrycznej (gęstość mocy, energii, SOC, SOP, SOH, czas gotowości). Zasady eksploatacji akumulatorów elektrochemicznych. Dobór i analizy pracy wybranych



magazynów energii (modelowanie akumulatorów kwasowo-ołowiowych, litowo-jonowych, superkondensatorów). Systemy ładowania magazynów energii (przewodowe i bezprzewodowe), w tym w pojazdach elektrycznych i hybrydowych typu plugin. Analiza opłacalności stosowania magazynów energii. Metody i modelowania elektrochemicznych magazynów energii (PbO<sub>2</sub>, Li-Ion). Modelowanie elektrycznych magazynów energii (superkondensatory). Trwałość elektrochemicznych magazynów energii elektrycznej. Praca magazynów energii w pakietach, BMS (balansery aktywne i pasywne itp.). Przegląd rozwiązań UPS. Trakcja elektryczna. Komunikacja szynowa i indywidualna, drony. Smart Grid, V2G.

Wykorzystanie i zadania magazynów energii w systemie elektroenergetycznym, w tym o znacznym udziale źródeł niespokojnych. Charakterystyka magazynów mechanicznych (masa wirująca, systemy sprężonego powietrza, elektrownie szczytowo-pompowe). Magazyny chemiczne (ogniwa paliwowe i wykorzystanie wodoru).

#### Projekt:

Identyfikacja parametrów modelu akumulatorów litowo-jonowych. Identyfikacja parametrów modelu superkondensatorów. Elektrochemiczne spektroskopia impedancyjna. Dobór i projektowanie instalacji zawierających magazyny energii.

#### Laboratorium:

1. Badanie procesu ładowania i rozładowania akumulatorów kwasowo-ołowiowych (charakterystyki ładowania i rozładowania, wyznaczanie pojemności, rezystancji wewnętrznej, gęstości mocy i energii).
2. Badania procesu ładowania i rozładowania (charakterystyki ładowania i rozładowania, wyznaczanie pojemności, rezystancji wewnętrznej, gęstości mocy i energii)
3. Analiza pracy pakietu akumulatorów litowo-jonowych (balansery napięć, badania termiczne, w tym termowizyjne)
4. Identyfikacja parametrów modelu akumulatorów litowo-jonowych
5. Identyfikacja parametrów modelu superkondensatorów. Współpraca baterii litowo-jonowej z superkondensatorem
6. Magazyn kinetyczny. System hybrydowy - PV z magazynem energii

#### Metody dydaktyczne

Wykłady: Prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, inicjowanie dyskusji w trakcie wykładu. Dodatkowe materiały umieszczane są w systemie Moodle.



Ćwiczenia laboratoryjne: prezentacja multimedialna prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, demonstracje oraz wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne

Projekty: Zajęcia dydaktyczne na sali audytorijnej (obliczenia w zeszytach i na tablicy wspomagane aplikacją w środowisku Matlab).

## Literatura

### Podstawowa

1. Andrzej Czerwiński, Akumulatory, baterie, ogniwa. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2012.
2. Hariharan Krishnan S., Piyush Tagade, Sanoop Ramachandran. Mathematical Modeling of Lithium Batteries: From Electrochemical Models to State Estimator Algorithms. Springer, 2017
3. Herner A., Riehl H. J.: Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych, WKiŁ, Warszawa 2003.
4. Jastrzębska G.: Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, WNT, Warszawa 2009.

### Uzupełniająca

1. Akumulatory elektryczne - Terminologia PN-88/E-01004 Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości.
2. Akumulatory do napędu pojazdów elektrycznych drogowych - Część
- 3: Badania dotyczące działania i trwałości (kompatybilne w ruchu kołowym pojazdy do ruchu miejskiego) PN-EN 61982-3 / Polski Komitet Normalizacyjny
5. Denton T.: Automobile electrical and electronic systems, Arnold, London 2000.
6. Larminie J., Lowry J.: Electric vehicle technology. Explained, Wiley, West Sussex 2003

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	130	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	70	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	60	2,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności