



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Eksploatacja i diagnostyka systemów elektromaszynowych [S2Elmob1-SPE>EiDSE]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektromobilność

Rok/Semestr  
2/3

Studia w zakresie (specjalność)  
Systemy przetwarzania energii

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
15

Laboratorium  
30

Inne  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr inż. Konrad Górny  
konrad.gorny@put.poznan.pl

dr hab. inż. Wojciech Pietrowski prof. PP  
wojciech.pietrowski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawowe wiadomości z teorii obwodów elektrycznych, informatyki oraz metod numerycznych. Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawowe wiadomości z zakresu budowy, analizy i syntezy przetworników elektromechanicznych i metod pomiarowych stosowanych w elektrotechnice.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie z podstawowymi zagadnieniami i pojęciami związanymi z diagnostyką techniczną elektrycznych układów napędowych oraz z wybranymi problemami eksploatacyjnymi wymagającymi diagnostyki. Nabycie podstawowych umiejętności niezbędnych do określenia relacji pomiędzy symptomem uszkodzenia a uszkodzeniem urządzenia. Nabycie wiedzy w zakresie wykonywania pomiarów, przetwarzania sygnałów pomiarowych w diagnostyce elektrycznych układów napędowych i ich interpretacji zgodnej z obowiązującymi normami. Uzyskanie umiejętności posługiwania się wybranymi pakietami obliczeniowymi do modelowania układów napędowych.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza:

Student ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie wybranych działów matematyki niezbędną do opisu elementów, układów i systemów stosowanych w elektromobilności.

Student ma poszerzoną wiedzę w zakresie technik programowania oraz stosowania nowoczesnych narzędzi informatycznych do analizy i syntezy układów elektrycznych pojazdów hybrydowych i elektrycznych w tym trakcyjnych.

Student ma zaawansowaną i pogłębioną wiedzę z zakresu projektowania, diagnostyki i eksploatacji systemów napędowych pojazdów hybrydowych i elektrycznych w tym trakcyjnych; zna podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia systemów technicznych pojazdów hybrydowych i elektrycznych w tym trakcyjnych.

Student ma rozszerzoną wiedzę na temat metod diagnostyki, w tym nieinwazyjnej, techniki sensorowej, przetwarzania sygnałów oraz analizy danych pomiarowych; zna metody diagnostyki i oceny jakości energii elektrycznej szczególnie w systemach ładowania magazynów energii pojazdów hybrydowych i elektrycznych.

### Umiejętności:

Student potrafi przy gromadzeniu, przetwarzaniu i analizie danych stosować nowoczesne narzędzia informacyjno-komunikacyjne, zaawansowane techniki programowania oraz metody uczenia maszynowego.

Student potrafi formułować i testować hipotezy związane ze złożonymi problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z obszaru elektromobilności, a także interpretować uzyskane wyniki i wyciągać krytyczne wnioski.

Student potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty obejmujące symulacje komputerowe oraz pomiary wielkości elektrycznych i nieelektrycznych w systemach pojazdów elektrycznych i hybrydowych oraz infrastruktury ich ładowania.

Student potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu złożonych i nietypowych zadań inżynierskich oraz prostych problemów badawczych stosować podejście systemowe oraz stosując odpowiednie narzędzia i aparaturę, dokonać krytycznej analizy działania prostych i złożonych systemów elektrycznych pojazdów hybrydowych i elektrycznych w tym trakcyjnych, ocenić je i zaproponować ich ulepszenia.

### Kompetencje społeczne:

Student rozumie, że w obszarze techniki wiedza i umiejętności szybko się dewaluują co wymaga ciągłego ich uzupełniania.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: zaliczenie na podstawie kolokwium składającego się z pytań ogólnych i testowych. Skala ocen 51-60% pkt. dst, 61-70% pkt dst+, 71-80% pkt. db, 81-90% pkt. db+, 91-100% pkt. bdb.

Laboratorium: premiowanie praktycznej wiedzy zdobytej w trakcie poprzednich ćwiczeń laboratoryjnych, sprawdzenie praktycznych umiejętności programowania w języku Python (kolokwium zaliczeniowe), ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją indywidualnych i grupowych projektów programistycznych.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za: umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium, wykorzystanie elementów i technik wykraczających poza materiał z zakresu prowadzonego wykładu i ćwiczeń laboratoryjnych, staranność estetyczną zrealizowanych projektów.

## Treści programowe

Zasady prawidłowej, poprawnej eksploatacji układów napędowych. Klasyfikacja uszkodzeń maszyn i urządzeń elektrycznych. Metody oceny stanu technicznego maszyn i urządzeń elektrycznych. Sygnały diagnostyczne i ich parametry. Przykłady rozwiązań systemów diagnostyki i monitorowania maszyn i urządzeń elektrycznych.

## Tematyka zajęć

### Wykład:

Zasady prawidłowej, poprawnej eksploatacji układów napędowych. Warunki środowiskowe i ich wpływ

na parametry użytkowe układów napędowych. Zużycie podzespołów układu napędowego. Klasyfikacja uszkodzeń maszyn i urządzeń elektrycznych. Metody oceny stanu technicznego maszyn i urządzeń elektrycznych. Sygnały diagnostyczne i ich parametry. Wybór wielkości fizycznych jako źródeł sygnałów diagnostycznych. Pomiar inwazyjne i bezinwazyjne. Elektryczne pomiary wybranych wielkości fizycznych. Przetworniki pomiarowe stosowane w diagnostyce. Analogowe i cyfrowe przetwarzanie mierzonych wielkości fizycznych. Systemy gromadzenia, przetwarzania i analizy danych pomiarowych. Sprzęt komputerowy w systemach diagnostycznych. Modele stanów dynamicznych maszyn i urządzeń elektrycznych z uwzględnieniem uszkodzeń. Monitorowanie niewyważenia części wirujących i stanu łożysk. Badanie stanu izolacji elementów elektrycznych. Pomiar zakłóceń elektromagnetycznych emitowanych do środowiska. Termowizyjna ocena stanu urządzenia. Przykłady rozwiązań systemów diagnostyki i monitorowania maszyn i urządzeń elektrycznych.

Laboratorium:

Pomiar, rejstracja sygnałów diagnostycznych uszkodzonych maszyn elektrycznych. Opracowanie oprogramowania do wizualizacji i analizy sygnałów diagnostycznych w dziedzinie czasu oraz częstotliwości. Ekstrapolacja stanu technicznego na podstawie wyników analizy sygnałów diagnostycznych. Wnioskowanie o stanie technicznym z zastosowaniem metod uczenia maszynowego. Opracowanie modelu matematycznego maszyny elektrycznej z uwzględnieniem uszkodzenia. Zastosowanie opracowanego modelu matematycznego uszkodzonej maszyny elektrycznej do obliczeń symulacyjne wybranych stanów pracy. Analiza i wizualizacja otrzymanych wyników obliczeń symulacyjnych.

## Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja zagadnień z wykorzystaniem środków multimedialnych, przykłady (np. obliczeniowe) podawane na tablicy, dyskusja nad zagadnieniami problemowymi.

Laboratorium: wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych w zespołach pod kontrolą prowadzącego.

## Literatura

Podstawowa:

1. C. Cempel, Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn. WNT Warszawa 1982
2. W. Latek, Badanie maszyn elektrycznych w przemyśle. WMT Warszawa 1987
3. W. Paszek, Dynamika maszyn elektrycznych prądu przemiennego. HELION 1998
4. T. P. Zieliński, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. WKŁ Warszawa 2005
5. A. Biernat: Analiza sygnałów diagnostycznych maszyn elektrycznych, Politechnika Warszawska, 2015
6. J. Przybysz: Hydrogeneratory. Zagadnienia eksploatacyjne, Instytut Energetyki, Warszawa, 2014
7. Cz. T. Kowalski: Diagnostyka układów napędowych z silnikiem indukcyjnym z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji, Wrocław, 2013
8. J.-C. Trigeassou, Electrical Machines Diagnosis, Wiley-Iste, 2011
9. G. Vachtsevanos, F.L. Lewis, M. Roemer, A. Hess, B. Wu, Intelligent Fault Diagnosis And Prognosis For Engineering Systems, John Wiley & Sons, 2006

Uzupełniająca:

1. C. Cempel, Wibroakustyka stosowana. PWN Warszawa-Poznań 1977
2. M. Krauss, E. Woschni, Systemy pomiarowo-informacyjne PWN Warszawa 1979

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	85	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	1,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,50