**Nazwa przedmiotu:**

Generatory liniowe

**Koordynator przedmiotu:**

Dr inż. Paweł Krawczyk

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1120-PE000-MSP-0602

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych/ 61 godzin, w tym:
a) 30 godz. - wykład;
b) 30 godz. - projekt;
c) 1 godz. - konsultacje;

2) Praca własna studenta/ 54 godziny, w tym:
a) 9 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do wykładu;
b) 10 godz. – studia literaturowe;
c) 5 godz. – przygotowywanie się studenta do kolokwium;
d) 30 godz. – praca nad przygotowaniem projektu

3) RAZEM – 115 godz.

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

2 punkty ECTS – liczba godzin kontaktowych - 61, w tym:
a) 30 godz.- wykład;
b) 30 godz. - projekt;
c) 1 godz. - konsultacje;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS – 60 godz. pracy studenta, w tym:
a) 30 godz. – uczestnictwo w zajęciach projektowych
b) 30 godz. – praca nad przygotowaniem projektu

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

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

**Wymagania wstępne:**

wiedza z mechaniki, elektrotechniki, elektroniki i maszyn elektrycznych

**Limit liczby studentów:**

Zgodnie z Rozporządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Wiedza: Poznanie teorii elektrycznych generatorów liniowych, ich zasady działania, konstrukcji, metod obliczeniowych i doboru parametrów, aspektów pracy generatorów w systemach generacji energii elektrycznej pojazdów i maszyn roboczych.
Umiejętności: Umiejętność formułowania wymagań projektowych, doboru rodzaju i parametrów generatorów liniowych oraz rozwiązywania zagadnień projektowych związanych z zastosowaniem generatorów liniowych w pojazdach i maszynach roboczych.
Kompetencje Społeczne: Świadomość wymagań i ograniczeń w działaniach inżynierskich

**Treści kształcenia:**

Wykład.
• Zasada działania generatora liniowego. Porównanie cech charakterystycznych z konwencjonalnymi generatorami elektrycznymi
• Zastosowania i tendencje rozwoju konstrukcji elektrycznych generatorów liniowych
• Struktury generatorów liniowych. Materiały wykorzystywane w konstrukcji generatorów liniowych
• Konwersja energii ruchu liniowego na energię elektryczną. Tor przemiany energii mechanicznej na elektryczną
• Równania ruchu suwadła generatora. Różne przypadki wymuszeń. Sprężystość i tłumienie w modelowaniu ruchu roboczego
• Obwody magnetyczne generatorów liniowych. Źródła pola magnetycznego wzbudzenia generatora. Rozkład pola magnetycznego w szczelinie powietrznej generatora. Modelowanie matematyczne i symulacyjne obwodów magnetycznych generatorów liniowych.
• Obwody elektryczne generatorów. Generowanie siły elektromotorycznej, przepływ prądu i siła hamująca. Modelowanie matematyczne i symulacyjne obwodów elektrycznych generatorów liniowych.
• Straty i sprawność generatorów liniowych, bilans energetyczny, metody ograniczania strat. Porównanie sprawności generatorów liniowych i konwencjonalnych
• Współpraca elektrycznych generatorów liniowych z przekształtnikami energoelektronicznymi.
• Kompleksowe modelowanie systemów akumulacji energii z generatorami liniowymi
• Sterowanie parametrami pracy generatora liniowego w systemach odzysku i akumulacji energii. Wpływ sterowania na parametry pracy systemów. Metody i czujniki wykorzystywane do pomiaru wartości parametrów pracy generatora
• Możliwości i ograniczenia w implementacji generatorów liniowych w pojazdach i maszynach roboczych. Wybrane aspekty eksploatacji generatorów liniowych
• Możliwości pracy silnikowej elektrycznych generatorów liniowych
• Metody obliczeniowe elektrycznych generatorów liniowych i systemów z generatorami liniowymi

Projekt
• Zapoznanie się z możliwościami generacji energii elektrycznej na przykładzie parametrów pracy stanowiskowego elektrycznego generatora liniowego z elektrochemicznym magazynem energii
• Zapoznanie się z możliwościami sterowania i możliwościami pomiarowymi na przykładzie stanowiskowego generatora liniowego
• Opracowanie metody sterowania parametrami pracy stanowiskowego generatora liniowego
• Implementacja metody sterowania pracą generatora liniowego z wykorzystaniem karty sterującej i oprogramowania National Instuments
• Weryfikacja poprawności działania zaimplementowanego sterowania i określenie możliwości odzysku energii do baterii litowo-jonowej z wykorzystaniem narzędzi pomiarowych
• Analiza strat w torze przetwarzania energii z wykorzystaniem narzędzi pomiarowych
• Zaproponowanie wykorzystania generatora liniowego w celu odzysku energii w pojeździe lub maszynie roboczej
• Określenie kryteriów doboru generatora dla zaproponowanego przypadku
• Określenie struktury systemu generacji energii elektrycznej, wraz z układem przetwarzania i akumulacji energii
• Opracowanie modelu wybranego wymuszenia/maszyny napędowej
• Opracowanie modelu obwodu magnetycznego generatora liniowego
• Opracowanie modelu obwodu elektrycznego generatora liniowego
• Opracowanie modelu układu akumulacji energii elektrycznej
• Opracowanie metody sterowania parametrami pracy generatora liniowego dla wybranych stanów wymuszenia/maszyny roboczej i magazynu energii
• Integracja modeli składowych w kompleksowy model akumulacji energii z generatorem liniowym i implementacja modelu do dobranego komputerowego środowiska obliczeniowego
• Określenie parametrów pracy generatora i systemu generacji dla rozpatrywanego przypadku
• Analiza otrzymanych wyników
• Porównanie otrzymanych charakterystyk z charakterystykami rzeczywistymi – stanowiskowymi
• Określenie aspektów wytrzymałościowych i eksploatacyjnych systemu z generatorem liniowym
• Opracowanie dokumentacji projektowej dla zaproponowanego rozwiązania
• Opracowanie raportu projektowego z przeprowadzonych prac obliczeniowych i badawczych

**Metody oceny:**

Z przedmiotu wystawiana jest ocena łączna, na którą składają się ocena z wykładu oraz ocena z projektu.
Wykład zaliczany jest w trybie Z2 tj na podstawie kolokwium i/lub pracy domowej. Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie pozytywnej oceny kolokwium i/lub pracy domowej w formie pisemnej lub w formie odpowiedzi ustnej (w razie konieczności wyjaśnienia wątpliwości dot. części pisemnej).
Projekt uznaje się za zaliczony jeśli Student otrzyma pozytywną ocenę z pracy projektowej.
Ocenę łączną wyznacza się przyjmując wagę ~1/2 dla oceny z wykładu oraz ~1/2 dla oceny uzyskanej z projektu.
• W uzasadnionych, indywidualnych przypadkach Prowadzący ma prawo zastosować inne wagi przy określaniu oceny łącznej.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Zawirski K, Deskur J, Kaczmarek T., Automatyka napędu elektrycznego, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2012.
Boldea I.: Linear electric machines, drives and maglevs handbook, CRC Press 2013
Boldea I.: Variable speed generators, CRC Press 2005
Boldea I., Nasar S. A., Linear electric actuator and generators, Cambridge University Press 2005
Gieras J. F., Piech Z. J., Tomczuk B. Z..: Linear Synchronous Motors, CRC Press 2012

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka K\_W01:**

Ma wiedzę na temat typów i budowy struktur generatorów liniowych oraz używanych do tego materiałów.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

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

**Charakterystyka K\_W02:**

Ma wiedzę o sterowaniu wartościami parametrów pracy generatora liniowego i ich pomiarze.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

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

**Charakterystyka K\_W03:**

Zna systemy akumulacji energii z generatorami liniowymi oraz metody obliczeniowe wykorzystywane w ich projektowaniu.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

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

**Charakterystyka K\_W04:**

Zna możliwości i ograniczenia w implementacji generatorów liniowych w pojazdach i maszynach roboczych.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

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

**Charakterystyka K\_W05:**

Ma wiedzę o tendencjach rozwojowych w konstrukcjach elektrycznych generatorów liniowych.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

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

**Charakterystyka K\_W06:**

Ma wiedzę na temat metod i narzędzi modelowania matematycznego i symulacyjnego obwodów magnetycznych i elektrycznych generatorów liniowych.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka K\_U01:**

Potrafi opracować, zaimplementować i zweryfikować zaproponowaną metodę sterowania elektrycznym generatorem liniowym.

Weryfikacja:

Pozytywna ocena z projektu.

**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 opracować i zaimplementować model elektrycznego generatora liniowego w komputerowym środowisku obliczeniowym.

Weryfikacja:

Pozytywna ocena z projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**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\_U03:**

Potrafi określić parametry pracy generatora liniowego w systemie generacji rozpatrywanego pojazdu lub maszyny roboczej.

Weryfikacja:

Pozytywna ocena z projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U12

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_K01:**

Potrafi współdziałać i pracować w grupie projektowej realizując powierzone mu zadania.

Weryfikacja:

Pozytywna ocena z projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

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