**Nazwa przedmiotu:**

Automatyka napędu elektrycznego

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Andrzej Gałecki

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

-

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1) Liczba godzin kontaktowych/ 61 godz., w tym:
a) wykład - 15 godz.;
b) projekt - 45 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;

2) Praca własna studenta/ 57 godz., w tym:
a) 2 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do zajęć projektowych,
b) 55 godz. – praca nad przygotowaniem projektu układu napędowego z silnikiem PMSM i sprawozdania

3) RAZEM – 118 godz.

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

Odpowiada punktom wynikającym z opisu godzin kontaktowych, sformułowanego w poprzednim polu:
Wymagany opis:
2 punkty ECTS – liczba godzin kontaktowych - 61, w tym:
a) wykład - 15 godz.;
b) projekt - 45 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2,4 punktu ECTS - 62 godz., w tym:
1) uczestnictwo w zajęciach projektowych - 45 godz.
2) 15 godz. pracy własnej – praca nad przygotowaniem projektu układu napędowego i sprawozdania
3) 2 godz. pracy własnej – bieżące przygotowanie się do zajęć projektowych

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 45h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wiedza z elektrotechniki, elektroniki, energoelektroniki

**Limit liczby studentów:**

Zgodnie z Rozporządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie podstawowej wiedzy: o modelach matematycznych maszyn elektrycznych oraz o topologiach i zasadach działania przekształtników energoelektronicznych wykorzystywanych w napędach elektrycznych.
Przekazanie wiedzy: o podstawowych strukturach regulacji w napędach z maszynami prądu stałego i przemiennego.
Przekazanie wiedzy: o modelach matematycznych regulatorów PID, PI, P oraz metod ich optymalizacji (dobór nastaw).
Przekazanie wiedzy: o modelach matematycznych regulatorów ze sprzężeniem od wektora stanu oraz metod ich optymalizacji.

Wykształcenie umiejętności analizowania właściwości dynamicznych zespołów napędowych.
Wykształcenie umiejętności projektowania regulatorów dla napędów z maszynami elektrycznymi, a w szczególności wyznaczania nastaw regulatorów PID i regulatorów stanu.
Wykształcenie umiejętności tworzenia modeli symulacyjnych zespołów napędowych z wykorzystaniem specjalizowanych programów komputerowych (Matlab-Simulink, Plecs).

Kompetencje społeczne: Świadomość wymagań i ograniczeń w działaniach inżynierskich.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Konstrukcje i właściwości silników elektrycznych oraz topologie przekształtników energoelektronicznych dla napędów elektrycznych.
2. Układy napędowe z silnikiem komutatorowym (DC) i bezszczotkowym (BLDC), struktury sterowania z regulatorami PI, metody wyznaczania nastaw regulatorów, analityczne kryteria optymalizacji. Projektowanie regulatorów wspomagane komputerowo.
3. Opis matematyczny napędu z regulatorem od wektora stanu i zasady jego optymalizacji.
4. Układy napędowe z silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych:
5. Opis matematyczny silnika PMSM z wykorzystaniem wektora przestrzennego. Struktury sterowania prędkością kątową wykorzystujące metody orientacji wektora pola (FOC - Field Oriented Control).
6. Struktury sterowania z wykorzystaniem regulatora stanu.
7. Układy napędowe z silnikiem asynchronicznym klatkowym.
8. Struktury sterowania prędkością kątową z wykorzystaniem metody bezpośredniej regulacji momentu (DTC)
Projekt:

1. Wprowadzenie do projektowania w PLECS.
2. Wprowadzenie do implementacji układów regulacji w języku C z wykorzystaniem C-script w środowisku PLECS.
3. Wykonanie projektu układu napędowego z silnikiem PMSM w środowisku PLECS.
4. Wprowadzenie do środowiska Code Composer Studio
5. Implementacja układu regulacji dla silnika PMSM na stanowisku laboratoryjnym w oparciu o przygotowany przez prowadzącego zajęcia szablon. Student implementuje wskazane przez prowadzącego fragmenty oprogramowania (Regulatory PI, filtry, transformacje współrzędnych) w środowisku Code Composer Studio.
6. Uruchomienie układu regulacji z silnikiem PMSM i obserwacja przebiegów z wykorzystaniem oscyloskopu.

**Metody oceny:**

Podstawą oceny z części wykładowej jest kolokwium na zakończenie wykładu.
Podstawą oceny z części projektowej jest projekt układu napędowego z silnikiem PMSM na podstawie danych podanych przez prowadzącego a także stopień realizacji zadań związanych z uruchomieniem układu regulacji z silnikiem PMSM na stanowisku laboratoryjnym.
Student oceniany jest na podstawie rozmowy na temat sporządzonego projektu układu napędowego oraz stopnia realizacji wskazanych przez prowadzącego zagadnień na stanowisku laboratoryjnym.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Grzesiak L., Ufnalski B., Kaszewski A.: Sterowanie napędów elektrycznych, PWN, Warszawa, 2016.
Koczara W.: Wprowadzenie do napędu elektrycznego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2012
Zawirski K.: Sterowanie silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2005.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka K\_W01:**

Ma wiedzę o modelach matematycznych maszyn elektrycznych oraz o topologiach i zasadach działania przekształtników energoelektronicznych wykorzystywanych w napędach elektrycznych.

Weryfikacja:

Rozmowa oceniająca i ocena projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka K\_W02:**

Ma wiedzę o podstawowych strukturach regulacji w napędach z maszynami prądu stałego i przemiennego.

Weryfikacja:

Rozmowa oceniająca i ocena projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka K\_W03:**

Ma wiedzę o modelach matematycznych regulatorów PID, PI, P i regulatorów ze sprzężeniem od wektora stanu oraz wiedzę na temat metod ich optymalizacji (dobór nastaw).

Weryfikacja:

Rozmowa oceniająca i ocena projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13, K\_W03

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

**Charakterystyka K\_W04:**

Ma wiedzę i zna metodykę projektowania układów napędowych z wykorzystaniem metod wspomagania komputerowego.

Weryfikacja:

Ocena projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12, K\_W15

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

**Charakterystyka K\_W05:**

Ma wiedzę na temat uwarunkowań ekonomicznych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz uwzględnienie ich w praktyce inżynierskiej.

Weryfikacja:

Rozmowa oceniająca.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W16

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka K\_U01:**

Potrafi pozyskiwać dodatkowe informacje z literatury, innych źródeł, integrować informacje, dokonywać ich interpretacji i wyciągać wnioski.

Weryfikacja:

Rozmowa oceniająca i projekt. Dyskusja prowadzącego ze studentami podczas zajęć wykładowych i projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01

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

**Charakterystyka K\_U02:**

Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu napędowego.

Weryfikacja:

Ocena projektu i dyskusja prowadzącego ze studentami podczas zajęć wykładowych i projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02

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

**Charakterystyka K\_U03:**

Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją, zaprojektować układ napędowy , używając właściwych metod, technik i narzędzi.

Weryfikacja:

Ocena projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U09, K\_U12

**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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_K01:**

Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się – poprzez podnoszenie własnych kompetencji zawodowych oraz zasięgania opinii ekspertów.

Weryfikacja:

Rozmowa oceniająca i ocena projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

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

**Charakterystyka K\_K02:**

Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.

Weryfikacja:

Ocena projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K05

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