**Nazwa przedmiotu:**

Mechatronic Drives

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Jakub Wierciak, mgr inż. Karol Bagiński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronics

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MDR

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych 63, w tym:
• udział w wykładzie – 30 godz.
• udział w ćwiczeniach projektowych – 15 godz.
• udział w ćwiczeniach laboratoryjnych – 15 godz.
• konsultacje – 2 godz.
• udział w egzaminie – 1 godz.
2) Praca własna studenta - 47 godz.
• przygotowanie do egzaminu - 15 godzin,
• wykonanie obliczeń, przeprowadzenie doboru napędu, opracowanie sprawozdań z ćwiczeń projektowych 5 x 4 = 20 godzin,
• przygotowanie do zajęć laboratoryjnych 4 x 3 = 12 godzin
RAZEM: 110 godzin= 4 punkty ECTS

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

2 punkty ECTS - liczba godzin kontaktowych 63, w tym:
• udział w wykładach – 30 godz.
• udział w ćwiczeniach projektowych – 15 godz.
• udział w ćwiczeniach laboratoryjnych – 15 godz.
• konsutacje – 2 godz.
• udział w egzaminie – 1 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

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

2 punkty ECTS – 52 godz., w tym:
• udział w ćwiczeniach projektowych – 15 godz.
• udział w ćwiczeniach laboratoryjnych – 15 godz.
• konsultacje – 2 godz.
• wykonanie obliczeń, przeprowadzenie doboru napędu, opracowanie sprawozdań z ćwiczeń projektowych 5 x 4 godz. = 20 godz

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagana jest znajomość wybranych zagadnień z zakresu podstaw konstrukcji urządzeń precyzyjnych, podstaw elektrotechniki i elektroniki

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Poznanie budowy i zasad działania napędów urządzeń mechatronicznych. Poznanie podstawowych parametrów i charakterystyk funkcjonalnych tych napędów decydujących o ich przydatności do określonych zastosowań. Praktyczna znajomość technik badawczych stosowanych przy wyznaczaniu funkcjonalnych charakterystyk układów napędowych. Umiejętność prawidłowego doboru napędu do określonych zastosowań statycznych i dynamicznych przy wykorzystaniu katalogowych danych podzespołów funkcjonalnych.

**Treści kształcenia:**

Wykład
Napędy urządzeń mechatronicznych – ich podstawowe charakterystyki i obszary zastosowań. Układy napędowe prędkościowe, pozycjonujące i momentowe/siłowe.
Napędy elektromechaniczne
Struktura i rodzaje elektrycznych układów napędowych w aspekcie realizowanych funkcji: układy pozycjonujące, układy o pracy ciągłej, układy siłowe.
Układy napędowe z mikrosilnikami prądu stałego. Silniki prądu stałego: klasyczna konstrukcja i zasada działania. Przetwarzanie energii w silniku prądu stałego: stała momentu i stała napięcia. Odmiany konstrukcyjne silników prądu stałego: z komutacją stykową i bezstykową. Silniki z wirnikiem bezrdzeniowym. Typowe zastosowania każdej z odmian konstrukcyjnych. Matematyczne modele silników prądu stałego: statyczny i dynamiczny. Charakterystyki obciążeniowe. Pozycjonowanie z użyciem silników prądu stałego.
Napędy z elektromagnesami prądu stałego. Wyprowadzenie wzoru na siłę przyciągania elektromagnesu. Odmiany konstrukcyjne elektromagnesów i ich zastosowania. Elektromagnesy nurnikowe i klapkowe. Analiza działania układu napędzanego elektromagnesem prądu stałego na podstawie czasowych przebiegów ruchu zwory i prądu. Bilans energii i sprawność układu elektromechanicznego. Wpływ parametrów zasilania i obciążenia elektromagnesu na działanie napędu. Zjawiska towarzyszące wyłączaniu elektromagnesów i metody wpływania na przebieg tych zjawisk.
Napędy z silnikami skokowymi. Zasada działania silników skokowych. Konstrukcyjne odmiany silników skokowych: reluktancyjne, z magnesami trwałymi, hybrydowe. Budowa układu zasilania silników skokowych. Rodzaje komutacji: symetryczna i niesymetryczna, stało biegunowa i przemienno biegunowa. Sterowanie mikroskokowe. Rodzaje pracy silników skokowych: statyczna, quasistatyczna, kinematyczna, przyspieszona i opisujące je charakterystyki. Odpowiedź skokowa silnika. Metody tłumienia drgań wirnika. Charakterystyki graniczne: rozruchowa i pracy. Układy zasilania silników skokowych. Kluczowanie napięcia. Praca dynamiczna w otwartym układzie sterowania i ze sprzężeniem zwrotnym. Zastosowania napędów z silnikami skokowymi.
Napędy z silnikami prądu przemiennego. Silniki komutatorowe: budowa, charakterystyki i zastosowania. Silniki indukcyjne trójfazowe i jednofazowe. Silniki z kondensatorem rozruchowym i pracy. Pomocnicze uzwojenie zwarte. Charakterystyki silników indukcyjnych i ich zastosowania. Małe silniki synchroniczne. Zastosowania w urządzeniach precyzyjnych. Współczesne serwonapędy prądu przemiennego.
Napędy pneumatyczne
Obszary zastosowań pneumatyki. Ogólna struktura układu sterowania. Pneumatyczne elementy napędowe i ich symbole. Siłowniki pneumatyczne o ruchu postępowo-zwrotnym. Siłowniki tłokowe jedno i dwustronnego działania. Amortyzatory mechaniczne i pneumatyczne. Siłowniki membranowe, mieszkowe i workowe - budowa i zastosowania. Siłowniki beztłoczyskowe. Obliczanie siłowników tłokowych. Współczynnik sprawności. Obliczanie średnicy siłownika tłoczyskowego. Obliczanie zużycia powietrza przez siłowniki jedno i dwustronnego działania. Działanie siłownika tłokowego. Przebiegi ciśnień i prędkości tłoka w siłowniku. Pneumatyczne układy pozycjonujące. Pozycjonowanie zderzakowe. Serwonapedy pneumatyczne

Projektowanie
1. Dobór mikrosilnika prądu stałego do napędu bezpośredniego: zastosowanie warunku na minimalny moment, wyznaczenie prądu, wyznaczenie napięcia zasilania, sprawdzenie stanu cieplnego mikromaszyny.
2. Dobór napędu z przekładnią: wybór przekładni, obliczenie przełożenia, obliczenie zredukowanych obciążeń, wybór silnika, obliczenie parametrów zasilania, sprawdzenie cieplnego stanu silnika.
3. Dobór mikrosilnika prądu stałego do układu pozycjonującego. Dobór napędu przy trójkątnym profilu prędkości: wyznaczenie przyspieszenia kątowego, obliczenie momentu napędowego, dobór silnika, wyznaczenie prądu, obliczenie ustalonej temperatury wirnika i jego rezystancji, wyznaczenie napięcia sterującego i maksymalnej prędkości silnika.
4. Dobór silników skokowych do układu pozycjonującego. Dobór silnika do napędu bezpośredniego w rozruchowym obszarze pracy. Wyznaczenie punktu pracy. Obliczenie granicznej częstotliwości rozruchu, określenie przebiegu charakterystyki rozruchowej. Sprawdzenie położenia punktu pracy w układzie częstotliwość taktowania-moment. Dobór silnika z przekładnią. Wyznaczenie przełożenia przekładni. Redukcja momentu i kąta. Sprawdzenie położenia punktu pracy.
5. Dobór elektromagnesu prądu stałego: analiza mechanizmu rozdzielacza mechanicznego. Wyznaczenie wymaganych sił i częstotliwości pracy. Obliczenie współczynnika ED. Dobór elektromagnesu do napędzanego mechanizmu na podstawie charakterystyk katalogowych. Obliczenie prędkości zwory w chwili uderzenia o rdzeń.

Laboratorium
1. Wyznaczanie statycznych charakterystyk elektromagnesów prądu stałego. Zapoznanie z problematyką badań mechanicznych charakterystyk statycznych elektromagnesów szybkiego działania. Poznanie metod wyznaczania charakterystyk statycznych. Wykonanie przykładowych badań.
2. Wyznaczanie obciążeniowych charakterystyk mikrosilnika prądu stałego. Poznanie budowy mikrosilnika prądu stałego z wirnikiem bezrdzeniowym oraz metod wyznaczania jego charakterystyk obciążeniowych. Studenci zapoznają się z zastosowaniem hamulca Prony’ego do obciążania silnika badanego w ćwiczeniu.
3. Badanie dynamicznych właściwości mikrosilników elektrycznych prądu stałego. Poznanie metod wyznaczania dynamicznych charakterystyk mikrosilników elektrycznych oraz praktyczne wykorzystanie skokowej odpowiedzi silnika do obliczenia masowego momentu bezwładności jego wirnika. Studenci podejmują próbę oszacowania błędu zastosowanej metody.
4. Badanie zjawisk cieplnych w mikrosilniku prądu stałego. Poznanie zjawisk cieplnych zachodzących w obciążonym silniku elektrycznym. Zarejestrowanie temperaturowych odpowiedzi wirnika i stojana mikrosilnika prądu stałego na skok mocy cieplnej oraz wyznaczenie cieplnych stałych czasowych i oporów cieplnych dwuelementowego modelu takiego silnika. Porównanie uzyskanych wyników z obliczeniami definicyjnymi.

**Metody oceny:**

Ćwiczenia projektowe oceniane są na podstawie sprawozdań opracowywanych przez studentów w domu.
Ćwiczenia laboratoryjne oceniane są na podstawie krótkiego sprawdzianu przed rozpoczęciem wykonywania ćwiczenia, przebiegu ćwiczenia i sprawozdania opracowywanego w trakcie ćwiczenia.
Końcowa ocena z przedmiotu jest średnią z obu części z równymi współczynnikami wagowymi równymi 0,5.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Acarnley P. P.: Stepping Motors: a guide to modern theory and practice. Peter Peregrinus Ltd. New York, 1982.
Gawrysiak M.: Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Politechnika Białostocka. Rozprawy Naukowe Nr 44. Białystok 1997
Isermann R.: Mechatronic Systems – Fundamentals. Springer, 2005
Jaszczuk W.: Elektromagnesy prądu stałego dla praktyków. BTC. Legionowo, 2014
Kenjo T., Nagamori C.: Permanent-Magnet and Brushless DC Motors. Oxford University Press. New York, 1985.
Kenjo T.: Electric Motors and Their Controls. An Introduction. Oxford University Press. New York, 2003
Olszewski M. (red.): Mechatronika. REA. Warszawa 2002
Praca zbiorowa pod red. W. Oleksiuka: Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa, 1996.
Szenajch W.: Napęd i sterowanie pneumatyczne. WNT. Warszawa, 2016
Wróbel T.: Silniki skokowe, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1993.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

Przedmiot nie był jeszcze prowadzony.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MDR\_W01:**

Zna podstawowe rodzaje napędów stosowanych w urządzeniach mechatronicznych, w szczególności elektryczne i pneumatyczne

Weryfikacja:

Wyniki egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka MDR\_W02:**

Zna podstawowe metody wyznaczania mechanicznych charakterystyk napędów elektrycznych

Weryfikacja:

Sprawdzian przed ćwiczeniami laboratoryjnymi

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MDR\_U01:**

Potrafi zestawić aparaturę laboratoryjną i przeprowadzić badania zgodnie z zadanym programem

Weryfikacja:

Wykonanie ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka MDR\_U02:**

Potrafi opracować wyniki przeprowadzonych badań i przedstawić je zgodnie z zasadami metrologii

Weryfikacja:

Sprawozdanie z ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U11, K\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UO, I.P6S\_UU, I.P6S\_UK, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka MDR\_U03:**

Potrafi poprawnie interpretować dane katalogowe elektrycznych urządzeń napędowych

Weryfikacja:

Sprawozdania z ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, I.P6S\_UK

**Charakterystyka MDR\_U04:**

Umie prawidłowo dobierać napędy elektryczne i pneumatyczne do zastosowań statycznych i dynamicznych.

Weryfikacja:

Sprawozdania z ćwiczeń, praca dyplomowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka MDR-K01:**

Potrafi dokonać podziału zadań w ramach zespołu prowadzącego badania laboratoryjne

Weryfikacja:

Przebieg ćwiczenia laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KR, P6U\_K, I.P6S\_KO