**Nazwa przedmiotu:**

Pracowania Systemów Współrzędnościowych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Michał Jankowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

PSW

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

1) Liczba godzin bezpośrednich - 75 godz., w tym:
a) wykład - 15 godz.
b) zajęcia projektowe - 45 godz.
c) konsultacje - 15 godz.
2) Praca własna studenta – 95 godz.
a) przygotowanie do zaliczeń: 20 godz.
b) zapoznanie z literaturą: 10 godz.
c) praca nad projektem w domu: 65
RAZEM - 155 godz. – 6 ECTS

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

3 punkty ECTS - 75 godz. w tym:
a) wykład - 15 godz.
b) zajęcia projektowe - 45 godz.
c) konsultacje - 15 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

5 punktu ECTS
a) Zajęcia projektowe oraz praca nad projektem w domu

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

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

**Wymagania wstępne:**

WYKŁAD: wymagana jest znajomość teorii pomiarów współrzędnościowych oraz metrologii ogólnej
PROJEKTOWANIE: wymagana jest znajomość rysunku technicznego, analizy niepewności pomiarów i podstaw elektrotechniki

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Poznanie zagadnień związanych z konstrukcją, projektowaniem i modernizacją urządzeń pomiarowych, ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń realizujących pomiary współrzędnościowe, ich wyposażenia oraz stanowisk do badania ich dokładności.

**Treści kształcenia:**

WYKŁAD: 1) Wprowadzenie. Metody badania dokładności impulsowych głowic pomiarowych stosowanych we współrzędnościowych maszynach pomiarowych. Omówienie realizacji jednej z tych metod jako przykładu projektu urządzenia pomiarowego. 2) Zagadnienia związane z niepewnością pomiarów współrzędnościowych. Modelowanie działania głowic pomiarowych. Analiza niepewności stanowiska omówionego w ramach wprowadzenia. Metoda Monte Carlo. 3) Przegląd i omówienie podstawowych elementów mechanicznych stosowanych w urządzeniach pomiarowych. Prowadnice i łożyska. Systemy mocowań. Systemy profili aluminiowych. 4) Projektowanie i modernizacja przyrządów pomiarowych. Enkodery. Czujniki. Głowice triangulacyjne. Elementy wykonawcze. Sterowanie silnikami. Translatory i pozycjonery piezoelektryczne. 5) Sterowanie działaniem urządzeń pomiarowych. Zastosowanie mikrokontrolerów. Programowanie mikrokontrolerów na przykładzie 8-bitowych mikrokontrolerów AVR. Komunikacja urządzeń pomiarowych z komputerami PC. Akwizycja danych.
PROJEKT: W ramach projektu studenci opracowują: a) współrzędnościowe urządzenie pomiarowe (np. skaner laserowy) albo b) urządzenie do badania dokładności wybranego podzespołu/wybranych podzespołów WMP lub innego urządzenia współrzędnościowego (np. stanowisko do badania dokładności głowic impulsowych) albo c) modernizację wybranego, istniejącego urządzenia pomiarowego (np. mikroskopu). Projekt składa się z 4 części: 1) sformułowania założeń i przeglądu istniejących rozwiązań, 2) opracowania części mechanicznej (rysunek złożeniowy + wybrane przez prowadzącego rysunki wykonawcze), 3) opracowania części elektronicznej (dobór elementów, schemat, opis algorytmów) i 4) obliczeń dotyczących niepewności zaprojektowanego/zmodernizowanego urządzenia. W ramach projektu studenci szczegółowo poznają konstrukcję wybranych urządzeń pomiarowych znajdujących się na Wydziale Mechatroniki Politechniki Warszawskiej. Wybrane projekty mogą zostać zrealizowane w praktyce, tzn. wykonane jako istniejące fizycznie, działające urządzenia/modyfikacje urządzeń.
W przypadku bardzo dużych projektów (np. opracowanie całej współrzędnościowej maszyny pomiarowej), projekt może być realizowany zespołowo przez kilku studentów, przy czym każdy student musi mieć określoną część projektu, za którą odpowiada, i każdy student oceniany jest indywidualnie.

**Metody oceny:**

Wykład: sprawdzian (egzamin) pisemny
Projektowanie: ocena postępów w pracy na zajęciach oraz ocena projektów

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Ratajczyk E., Woźniak A.: Współrzędnościowe systemy pomiarowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016
[2] Sładek J.: Dokładność pomiarów współrzędnościowych. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2011
[3] Praca zbiorowa: Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2006
[4] Praca zbiorowa pod kierunkiem W. Trylińskiego: Poradnik konstruktora przyrządów precyzyjnych i drobnych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970
[5] Baranowski R.: Mikrokontrolery AVR ATmega w praktyce. BTC, Warszawa 2005

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka BPU\_W01:**

Student ma wiedzę o konstrukcji i projektowaniu złożonych urządzeń pomiarowych oraz o stosowanych w nich podzespołach

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W12, K\_W14, K\_W15, K\_W17

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

**Charakterystyka BPU\_W02:**

Student ma wiedzę o zastosowaniu komputerów, mikrokontrolerów i kart akwizycji danych w urządzeniach pomiarowych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08, K\_W12

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka BPU\_U01:**

Student umie zaprojektować lub zmodernizować złożone urządzenie pomiarowe z zastosowaniem dostępnych na rynku podzespołów, z uwzględnieniem systemu sterowania urządzeniem

Weryfikacja:

ocena wykonanego projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U13, K\_U14, K\_U15, K\_U18, K\_U21, K\_U22, K\_U23, K\_U01, K\_U02

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

**Charakterystyka BPU\_U02:**

Student umie wyznaczyć niepewność pomiaru przy pomocy skomplikowanego urządzenia pomiarowego

Weryfikacja:

ocena wykonanego projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U22, K\_U01, K\_U13

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka BPU\_ K01:**

Student potrafi samodzielnie rozwiązywać postawione przed nim problemy, uwzględniając przy tym ekonomiczną opłacalność proponowanych rozwiązań

Weryfikacja:

ocena wykonanego projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KO