**Nazwa przedmiotu:**

Systemy mechatroniczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Jakub Wierciak, dr inż. Michał Bartyś, dr inż. Leszek Wawrzyniuk, dr inż. Maciej Bodnicki, dr inż. Sergiusz Łuczak, dr inż. Ksawery Szykiedans, dr inż. Elżbieta Ślubowska, mgr inż. Hubert Hawł

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Automatyka Robotyka i Informatyka Przemysłowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

SMMm

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

7

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

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

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

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw konstrukcji mechanicznych, podstaw techniki mikroprocesorowej, podstaw elektroniki, podstaw automatyki

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów ze strukturami systemów mechatronicznych oraz sposobami postępowania przy projektowaniu takich systemów. Przekazanie umiejętności projektowania użytkowej struktury systemu mechatronicznego na podstawie wymagań odbiorcy oraz identyfikacji układów wykonawczych i pomiarowych na podstawie wymagań funkcjonalnych. Utrwalenie zasad dokumentowania prac projektowych.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Ewolucja systemów technicznych Rola człowieka w funkcjonowaniu systemów technicznych - systemy prymitywne, zmechanizowane, zautomatyzowane, optymalizujące. Definicja mechatroniki. Istotne cechy mechatroniki: kształtowanie charakterystyk, upraszczanie zespołów mechanicznych, nowe rozwiązania.
Projektowanie systemów mechatronicznych Etapy projektowania systemów mechatronicznych: analiza potrzeb użytkownika, analiza wymagań funkcjonalnych, opracowanie układów wykonawczych i pomiarowych, realizacja sterowania i diagnostyki, opracowanie podsystemów, budowa prototypu, uruchomienie.
Użytkowe struktury systemów mechatronicznych Schemat urządzenia mechatronicznego. Podsystemy: mechaniczny, elektroniczny, informatyczny. Typowe struktury użytkowe urządzeń mechatronicznych. Przykłady. Współpraca urządzenia z użytkownikiem: układy wprowadzania danych, układy informujące. Współpraca urządzenia z innymi systemami: typowe interfejsy, sposoby transmisji danych. Cyfrowa komunikacja w systemach mechatronicznych. Koncepcje eksploatacyjne. Niezawodność, gotowość, obsługiwalność. Metody serwisowania. Diagnostyka systemów mechatronicznych.
Funkcjonalna struktura systemu mechatronicznego Analiza funkcji systemu. Modele i metody ustalania struktury funkcjonalnej: funkcje transformacyjne, funkcje celowe, macierze stan-przejście. Identyfikacja układów wykonawczych i pomiarowych.
Układy wykonawcze Definicje podstawowe. Rola i miejsce układów wykonawczych w systemach mechatronicznych. Kryteria doboru, stosowalności i oceny właściwości układów wykonawczych. Charakterystyki funkcjonalne wybranych elementów wykonawczych: mechanicznych, elektromechanicznych, elektromagnetycznych, piezoelektrycznych, pneumatycznych i hydraulicznych. Inteligentne urządzenia wykonawcze. Elektroniczne sterowniki urządzeń napędowych. Układy mocy: zasilacze, klucze tranzystorowe, wzmacniacze. Diagnostyka wbudowana i zdalna. Zagadnienia tolerowania uszkodzeń elementów wykonawczych. Omówienie konstrukcji i właściwości typowych elementów wykonawczych. Układy wykonawcze w automatyce i robotyce. Tendencje rozwojowe.
Układy pomiarowe Definicje podstawowe. Rola i miejsce układów pomiarowych w systemach mechatronicznych. Typowe struktury układów pomiarowych. Kryteria oceny właściwości układów pomiarowych. Podstawowe rodzaje sensorów wielkości mechanicznych. Przetwarzanie sygnałów pomiarowych w systemach mechatronicznych. Opracowywanie sygnałów za pomocą układów elektronicznych: wzmacnianie, kompensacja zera, filtrowanie, linearyzowanie, dopasowywanie, przełączanie, normowanie. Inteligentne przetworniki pomiarowe. Pomiary a diagnostyka techniczna. Zasady integracji układów pomiarowych i wykonawczych. Tendencje rozwojowe.
Synteza zespołów
mechanicznych Opracowywanie konstrukcji podsystemu mechanicznego. Metody obliczania mechanizmów: kinematyka prosta i odwrotna, równania Lagrange’a. Modelowanie 3D. Kryteria oceny konstrukcji, np.: ergonomia, miniaturyzacja, stosowanie zespołów handlowych, automatyzacja montażu, recykling. Zakres dokumentacji technicznej.
Synteza zespołów optycznych i optoelektronicznych Opracowywanie konstrukcji układów optycznych. Konfiguracja optoelektronicznego toru pozyskiwania, przetwarzanie, przesyłania i zapisu informacji. Integracja podzespołów optyki klasycznej, mikrooptyki, optyki światłowodowej i elementów optoelektronicznych z układami mechanicznymi i elektronicznymi - wybrane metody montażu, justowania i kontroli podzespołów optycznych i optoelektronicznych. Dokumentacja techniczna.
Synteza układów
elektronicznych Opracowywanie konstrukcji układów elektronicznych. Rodzaje układów sterowania urządzeń mechatronicznych: wbudowane układy mikroprocesorowe, sterowniki PLC, PAC. Zasady integrowania układów. Dokumentacja podsystemu elektronicznego.
Synteza modułów programowych Standardowe języki programowania. Języki programowania mikrokontrolerów. Opracowywanie oprogramowania. Substytucja sprzętu przez oprogramowanie. Zasady tworzenia programów. Zabezpieczenia. Uruchamianie programów. Dokumentacja oprogramowania.
Wybrane przykłady systemów mechatronicznych Omówienie przykładów systemów mechatronicznych: automaty produkcyjne, wyjściowe urządzenia komputerów PC, mikroroboty, skomputeryzowane systemy pomiarowe, inteligentny przetwornik pomiarowy, inteligentny zespół wykonawczy automatyki przemysłowej.
Projektowanie:
Opracowanie użytkowej struktury systemu. Analiza użytkowych wymagań do systemu. Identyfikacja interfejsów: urządzenie – człowiek, urządzenie – inne systemy.
Identyfikacja układów wykonawczych i pomiarowych Analiza funkcji systemu. Opracowanie wykazu niezbędnych układów wykonawczych i pomiarowych. Analiza wykazu pod kątem możliwości zredukowania liczby układów.
Sformułowanie wymagań technicznych dla układów Analiza funkcji układów. Opracowanie wymagań technicznych dla układów wykonawczych i pomiarowych.
Opracowanie koncepcji układów Przegląd znanych i własnych rozwiązań realizacji wybranych funkcji. Opracowanie schematów blokowych torów.
Dobór podzespołów Wykonanie obliczeń. Analiza katalogowych danych producentów podzespołów. Dobór elementów układów wykonawczych i pomiarowych. Przeprowadzenie badań symulacyjnych.
Opracowanie podsystemów Synteza mechanicznych podzespołów układów wykonawczych
i pomiarowych. Opracowanie koncepcji podsystemu mechanicznego. Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej.
Synteza modułów programowych. Opracowanie wybranych algorytmów.
Synteza układów elektronicznych. Opracowanie wybranych układów.
Integracja systemu Dyskusja na temat uzyskanych i możliwych efektów synergicznych.
Laboratorium (przykładowe ćwiczenia):
Badanie siłownika skokowego sterowanego sygnałem siły obciążającej Ćwiczenie ilustrujące przekształcenie klasycznego siłownika liniowego napędzanego silnikiem skokowym w układ adaptacyjny przez wprowadzenie sprzężenia zwrotnego od siły obciążającej. Wyznaczenie i porównanie charakterystyk mechanicznych obu napędów z wykorzystaniem zautomatyzowanego stanowiska badawczego.
Badanie charakterystyk układu skanowania w spektrometrze fourierowskim Analiza komputerowego modelu analizy widma w spektrometrze. Zestawienie układu pomiaru odchyłek prędkości przemieszczenia i zmian pozycji kątowej zwierciadła ruchomego. Ocena wpływu charakterystyk układu napędowego na wyniki analizy widmowej.

**Metody oceny:**

Wykład zaliczany na podstawie egzaminu.
Projektowanie zaliczane na podstawie 5 prezentacji, dokumentacji sprawozdania.
Laboratorium zaliczane na podstawie przygotowania, przebiegu ćwiczeń i sprawozdań.
Ocena z przedmiotu jest średnią ważoną:
wykład - waga 0,4,
projektowanie - waga 0,4,
laboratorium - waga 0,2.

**Egzamin:**

**Literatura:**

Cho H. ed.: Opto-mechatronic Systems Handbook. CRC Press, Boca Raton, 2003
Cho H.: Optomechatronics: Fusion of optical and mechatronic engineering. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2005
Dokumentacja techniczna. Praktyczny poradnik. WEKA. Warszawa 2001
Gawrysiak M.: Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Politechnika Białostocka.
Rozprawy naukowe nr 44. Białystok 1997
Heimann B., Gerth W., Popp K.: Mechatronika. Komponenty, metody, przykłady.
Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2001
Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń. WSiP. Warszawa 2004
Mrozek B., Mrozek Z.: MATLAB i Simulink. Poradnik użytkownika. Wyd. Helion. Gliwice 2004
Optomechanical Engineering Handbook. Ed. Aneks Ahmad. CRC Press LLC. Boca Raton 1999
Pelz G.: Mechatronic systems. Modelling and simulation with HDLs. John Wiley and Sons Ltd.
Chichester 2003
Praca zbiorowa pod red. W. Oleksiuka: Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa, 1996.
Priest J. W.: Engineering Design for Producibility and Reliability. Marcel Dekker, Inc.
New York and Basel 1988
Schmid D. i inni: Mechatronika. REA. Warszawa 2002
Yoder P.R.: Opto-mechanical systems design. M. Dekker Inc., New York 1993

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W01:**

Zna podstawowe struktury systemów i urządzeń mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W02:**

Zna metodykę projektowania urządzeń mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdanie z ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W03:**

Zna struktury układów wykonawczych i pomiarowych urządzeń mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin, ocena prezentacji na ćwiczeniach projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W04:**

Zna specyfikę projektowania i wytwarzania układów optycznych wykorzystywanych w urządzeniach mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W05:**

Zna podstawowe rodzaje sieci komunikacyjnych wykorzystywanych w systemach mechatronicznych i zasady ich doboru do określonych zastosowań

Weryfikacja:

Egzamin, ocena wykonania ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W06:**

Zna podstawowe pojęcia związane z bepieczeństwem funkcjonalnym urządzeń oraz diagnostyką techniczną, a także wie, w jaki sposób można wpływać na zwiększenie niezawodności systemów.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

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

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W07:**

Zna aktualny stan i tendencje występujące w budowie systemów mechatronicznych

Weryfikacja:

Sprawozdanie z ćwiczeń projektowych, praca dyplomowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

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

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W08:**

Wie, na czym polega tolerowanie uszkodzeń i jakimi sposobami można je osiągnąć

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

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

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_W09:**

Wie, na czym polega projektowanie współbieżne i jakie są skutki jego stosowania

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_U01:**

Umie zaproponować użytkową strukturę urządzenia mechatronicznego na podstawie wymagań zamawiającego

Weryfikacja:

Ocena prezentacji na ćwiczeniach projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_U02:**

Potrafi zaproponować struktury układów wykonawczych i pomiarowych oraz dobrać ich poszczególne elementy składowe na podstawie danych katalogowych.

Weryfikacja:

Ocena prezentacji na ćwiczeniach projektowych, dokumentacji projektowej i sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka SMMm\_IIst\_K01:**

Zna podział zadań w procesie projektowania urządzeń i systemów mechatronicznych, dzięki czemu może podejmować zadania związane z koordynacją takich prac.

Weryfikacja:

Ocena prezentacji na ćwiczeniach projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04, K\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KR, P7U\_K