**Nazwa przedmiotu:**

Systemy mechatroniczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Jakub Wierciak, dr inż. Michał Bartyś, dr inż. Leszek Wawrzyniuk, dr inż. Maciej Bodnicki, dr hab. inż. Sergiusz Łuczak, dr hab. inż. Dariusz Jarząbek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

SMC

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin bezpośrednich – 65 h, w tym:
a) wykład – 30 h;
b) projekt – 30 h;
c) konsultacje - 5 h;
2) Praca własna studenta – 60 h, w tym:
a) przygotowanie do egzaminu – 15 h;
b) realizacja projektu – 45 h;

Suma: 125 h (4 ECTS)

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

2 punkty ECTS - liczba godzin bezpośrednich: 65, w tym:
a) wykład – 30 h;
b) projekt – 30 h;
c) konsultacje – 5 h;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS – 35 godz., w tym:

a) projekt – 30 h;
b) konsultacje – 5 h;

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

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

**Wymagania wstępne:**

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

**Limit liczby studentów:**

150

**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.
Struktury systemów mechatronicznych
Mechatronizacja. Podsystemowa struktura urządzenia mechatronicznego. Podsystemy: mechaniczny, elektroniczny, informatyczny. System rzeczowy i działaniowy. Funkcjonalna struktura systemu mechatronicznego. Układy wykonawcze i pomiarowe. Uniwersalny schemat urządzenia mechatronicznego. Wielopoziomowa architektura sterowania. Komunikacja. Poziomy automatyzacji. Adaptacja i samooptymalizacja. Cele systemów samooptymalizujących. Hierarchiczna struktura systemów mechatronicznych.
Metodyka projektowania 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.
Analiza funkcjonalna systemów
Analiza funkcji systemu. Modele i metody ustalania struktury funkcjonalnej. Identyfikacja układów wykonawczych i pomiarowych.
Układy pomiarowe urządzeń mechatronicznych
Pojęcia podstawowe. Przegląd mierzonych wielkości. Typy sygnałów w układach pomiarowych: analogowe, cyfrowe. Przetwarzanie sygnałów. Klasyfikacje sensorów, kryteria doboru. Wybrane techniki pomiarowe - podejście mechatroniczne. Sensory inteligentne. Ewolucja struktur zintegrowanych. Wykorzystywanie metody fuzji danych. Pomiary bezczujnikowe.
Układy wykonawcze urządzeń mechatronicznych
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. Diagnostyka wbudowana i zdalna. Zagadnienia tolerowania uszkodzeń elementów wykonawczych. Omówienie konstrukcji i właściwości typowych elementów wykonawczych. Układy wykonawcze w automatyce i robotyce. Tendencje rozwojowe.
Integracja zespołów mechanicznych
Kategorie systemów mechatronicznych. Konstruowanie systemów wieloczłonowych. Korpusy i mechanizmy. Modelowanie 3D. Zakres dokumentacji technicznej. Projektowanie współbieżne: geneza i definicja. Cechy charakterystyczne. Czas i koszty w projektowaniu współbieżnym. Projektowania zorientowane.
Integracja zespołów optycznych i optoelektronicznych
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.
Przemysłowe sieci komunikacyjne w integracji systemów automatyzacji i sterowania
Charakterystyka funkcjonalna sieci przemysłowych. Model warstwowy siei wirtualnej ISO/OSI. Topologie sieci. Procedury dostępu do sieci: Master-Slave, multimaster. Zasady arbitrażu sieciowego. Zagadnienie bezpieczeństwa komunikacji w sieci. Przykład zastosowania sieci HART w systemach automatyzacji.
Podstawy bezpieczeństwa funkcjonalnego
Definicje podstawowe. Ryzyko. Poziom ryzyka tolerowanego. Graf ryzyka. Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL). Niezawodność a bezpieczeństwo. Model warstwowy bezpieczeństwa. Warstwa SIS. Definicje wskaźników określających stopień bezpieczeństwa. Rola diagnostyki w bezpieczeństwie funkcjonalnym.
Zagadnienie iskrobezpieczeństwa konstrukcji
Podstawowe definicje. Strefy zagrożenia wybuchem. Klasyfikacja urządzeń. Obwody iskrobezpieczne. Poziomy iskrobezpieczeństwa. Ocena iskrobezpieczeństwa. Przykład.
Wybrane przykłady systemów mechatronicznych
Omówienie przykładów systemów mechatronicznych: automaty produkcyjne, 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.
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 układów. 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.

**Metody oceny:**

Wykład zaliczany na podstawie wyników egzaminu.
Projektowanie zaliczane na podstawie 4. prezentacji i sprawozdania.
Ocena z przedmiotu obliczana jako średnia ważona:
wykład - waga 0,6,
projektowanie - waga 0,4.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Bishop R. H. (Ed.): Mechatronic system control, logic and data ac-quisition. CRC Press. Boca Raton 2008
2. Bishop R. H. (Ed.): Mechatronic systems. Sensors and actuators. Fundamentals and modeling. CRC Press. Boca Raton 2008 Chiches-ter 2003
3. Buur J.: Design models and methods for mechatronics. In Mecha-tronic Design in Textile Engineering, edited by Acar Memiş, NATO ASI Series E: Applied Sciences, Vol. 279, 33-46. Dodrecht: Kluwer Academic Publishers 1995
4. Buur J.: A theoretical approach to mechatronic design. PhD diss., Technical University of Denmark 1990
5. Cho H. ed.: Opto-mechatronic Systems Handbook. CRC Press, Boca Raton, 2003
6. Cho H.: Optomechatronics: Fusion of optical and mechatronic engi-neering. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2005
7. Dokumentacja techniczna. Praktyczny poradnik. WEKA. Warszawa 2001
8. Gausemeier, J., Donoth, J. and Pook, S., "Conceptual Design of Self-Optimizing Mechatronic Systems," Self-optimizing Mechatronic Systems. Design the Future, HNI-Verlagsschriftenreihe 223, 36-51 (2008)
9. Gausemeier, J., Kahl, S. and Pook, S., "From Mechatronics to Self-Optimizing Systems," Self-optimizing Mechatronic Systems. Design the Future, HNI-Verlagsschriftenreihe 223, 3-32 (2008)
10. Dependability of Self Optimizing Mechatronic Systems. Eds.: Gausemeier J., Rammig F. J., Shaeffer W., Sextro W. Springer 2014
11. Gawrysiak M.: Analiza systemowa urządzenia mechatronicznego. Politechnika Białostocka. Rozprawy Naukowe Nr 103. Białystok 2003
12. Gawrysiak M.: Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Politechnika Białostocka. Rozprawy naukowe nr 44. Białystok 1997
13. Heimann B., Gerth W., Popp K.: Mechatronika. Komponenty, meto-dy, przykłady. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2001
14. Isermann R.: Mechatronic Systems – Fundamentals. Springer, 2005
15. Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń. WSiP. War-szawa 2004
16. Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych. Oleksiuk W. (red.). Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa, 1996
17. Mechatronika. Olszewski M. (red.). REA. Warszawa 2002
18. Mellal M., A. (Ed.): Mechatronic Systems. Design, Performance and Applications. Nova Science Publishers. New York 2019
19. Optomechanical Engineering Handbook. Ed. Aneks Ahmad. CRC Press, Boca Raton 1999
20. Pelz G.: Mechatronic systems. Modelling and simulation with HDLs. John Wiley and Sons Ltd. 2003
21. Priest J. W.: Engineering Design for Producibility and Reliability. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel 1988
22. Wprowadzenie do projektowania. Branowski B. (red.). PWN, Warszawa 1998
23. Yoder P.R.: Opto-mechanical systems design. M. Dekker Inc., New York 1993

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka SYS\_W01:**

Zna podstawowe struktury systemów i urządzeń mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka SYS\_W02:**

Zna metodykę projektowania urządzeń mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdanie z ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka SYS\_W03:**

Zna struktury układów wykonawczych i pomiarowych urządzeń mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin, prezentacje na ćwiczeniach projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG, P7U\_W

**Charakterystyka SYS\_W04:**

Zna specyfikę projektowania i wytwarzania układów optycznych wykorzystywanych w urządzeniach mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka SYS\_W05:**

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

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka SYS\_W06:**

Zna aktualny stan i tendencje występujące w budowie systemów mechatronicznych

Weryfikacja:

Egzamin, praca dyplomowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka SYS\_W07:**

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

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka SYS\_W08:**

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

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka SYS\_U01:**

Umie zaproponować użytkową strukturę urządzenia mechatronicznego na podstawie wymagań zamawiającego

Weryfikacja:

Prezentacja na ćwiczeniach projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UK

**Charakterystyka SYS\_U02:**

Umie zidentyfikować niezbędne ukłądywykonawcze i pomiarowe na podstawie analizy funkcji urządzenia mechatronicznego

Weryfikacja:

Prezentacja na ćwiczeniach projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UK

**Charakterystyka SYS\_U03:**

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

Weryfikacja:

Prezentacja na ćwiczeniach projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U18

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

**Charakterystyka SYS\_U04:**

Umie dokonać integracji urządzenia mechatronicznego przez właściwy dobór algorytmów sterowania, jednostki sterującej, podzespołów elektronicznych i struktury mechanicznej

Weryfikacja:

Prezentacja na ćwiczeniach projektowych, dokumentacja projektowa i sprawozdanie z ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka SYS\_K01:**

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

Weryfikacja:

Prezentacje na ćwiczeniach projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

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