

Program studiów

# Mechatronika

## pierwszego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>Mechatronika</b>
Poziom studiów	<b>pierwszego stopnia</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	<b>inżynieria mechaniczna</b>
Liczba semestrów	studia stacjonarne: <b>7</b>
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>210</b>
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: <b>2490</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	Inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	<p>Absolwenci studiów I-go stopnia uzyskują tytuł inżyniera kierunku mechatronika. Posiadają oni gruntowną wiedzę, umiejętności i kompetencje w zakresie analizy, projektowania i konstrukcji układów i systemów automatyki, sterowania</p> <p>i oprogramowania systemów mechatroniki przemysłowej i usługowej oraz projektowania systemów wspomaganie decyzji. Dzięki tej wiedzy posiadają umiejętności predysponujące ich do pracy zarówno w jednostkach projektowych pod kierunkiem doświadczonych menadżerów jak również przy obsłudze i nadzorze produkcji. Absolwenci uzyskują przygotowanie do pracy inżynierskiej związanej z wybraną specjalnością w zakresie:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• informatyki i robotyki,</li><li>• komputerowo wspomagane projektowanie.</li></ul> <p>Wiedza i umiejętności przekazywane w ramach bloku tematycznego informatyka i robotyka przygotowują absolwenta do rozwiązywania problemów informatycznych, mechatronicznych,</p>

	<p>organizacyjnych i marketingowych związanych z automatyzacją i robotyzacją produkcji oraz projektowaniem mechatronicznych manipulatorów i robotów.</p> <p>Blok tematyczny komputerowo wspomagane projektowanie pozwala uzyskać wiedzę ogólną specyficzną dla kierunku mechatronika oraz wiedzę specjalistyczną z zakresu technik i systemów komputerowych wspomaganie projektowania złożonych układów mechanicznych, wytrzymałości konstrukcji, drgań mechanicznych, a w szczególności z teorii projektowania maszyn i metod analizy konstrukcji, zastosowań technik CAD, CAM i Rapid Prototyping w modelowaniu geometrycznym i symulacji układów mechanicznych.</p>
--	--

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Posiada wiedzę z zakresu mechaniki, wytrzymałości materiałów, eksploatacji maszyn, elektroniki, informatyki, automatyki i robotyki oraz sterowania.	P6S_WG
K_W02	Zna aparat matematyczny niezbędny do opisu zagadnień mechanicznych i procesów technologicznych.	P6S_WG
K_W03	Posiada wiedzę w zakresie fizyki niezbędną do rozumienia zjawisk fizycznych w przyrodzie i technice oraz do wykorzystania praw fizyki w projektowaniu i eksploatacji maszyn.	P6S_WG
K_W04	Posiada wiedzę związaną z projektowaniem, wytwarzaniem i eksploatacją układów mechatronicznych.	P6S_WG
K_W05	Posiada wiedzę z zakresu nauki o materiałach i metodach doboru materiałów w konstrukcjach mechatronicznych.	P6S_WG
K_W06	Posiada wiedzę niezbędną do rozumienia istoty działania, budowy i projektowania i wytwarzania podstawowych układów sterowania, automatycznej regulacji, automatyki i robotyki oraz ich wdrażania.	P6S_WG
K_W07	Posiada wiedzę niezbędną i jest przygotowany do uczestnictwa w interdyscyplinarnych zespołach rozwiązujących problemy związane z konstrukcją, wytwarzaniem, eksploatacją, transferem technologii w przemyśle maszynowym, serwisowaniem, diagnozowaniem układów mechatronicznych.	P6S_WG
K_W08	Posiada wiedzę w zakresie: sieci komputerowych i aplikacji sieciowych, komputerowego wspomaganie w mechatronice, komputerowego wspomaganie w rozwiązywaniu zadań technicznych.	P6S_WG

K_W09	Posiada wiedzę w zakresie metrologii, tzn. zastosowania przyrządów i systemów pomiarowych, oceny poprawności pomiarów, prowadzenia pomiarów, cyfrowych metod pomiaru, konstrukcji systemów pomiarowych, oceny jakości przyrządów pomiarowych.	P6S_WG
K_W10	Posiada wiedzę z zakresu zasad organizacji pracy i zarządzania z uwzględnieniem zasad ergonomii, bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony własności przemysłowej i normalizacji w różnych formach aktywności: rozwiązywania konfliktów, planowania zadań, zarządzania projektami.	P6S_WK
K_W11	Posiada wiedzę ogólną niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżyniera mechatronika.	P6S_WK
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku obcym (w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie.	P6S_UW
K_U02	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole, umie oszacować czas potrzebny na realizację zadania, potrafi opracować harmonogram prac inżynierskich zapewniający dotrzymanie terminów.	P6S_UO
K_U03	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik komunikacji w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku obcym (w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego), przygotować i przedstawić prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu mechatroniki.	P6S_UK
K_U04	Ma umiejętność samokształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych.	P6S_UU
K_U05	Potrafi posługiwać się odpowiednio dobranymi aplikacjami komputerowymi wspomagającymi projektowanie i wytwarzanie oraz realizującymi badania symulacyjne części i systemów mechatronicznych; potrafi przedstawić otrzymane wyniki w formie liczbowej i graficznej oraz zinterpretować wyniki i wyciągnąć poprawne wnioski.	P6S_UW
K_U06	Potrafi planować i przeprowadzać badania własności maszyn i ich elementów, w tym pomiary, eksperymenty fizyczne i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	P6S_UW
K_U07	Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich - obejmujących projektowanie i wytwarzanie elementów i urządzeń mechatronicznych - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne.	P6S_UW
K_U08	Posiada przygotowanie do podjęcia pracy w przemyśle elektromaszynowym, stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku przemysłowym.	P6S_KR
K_U09	Potrafi przeprowadzić wstępną analizę ekonomiczną podejmowanych działań inżynierskich.	P6S_UW
K_U10	Potrafi wykorzystać prawa fizyki przy projektowaniu i eksploatacji maszyn, umie wykonywać pomiary podstawowych wielkości fizycznych.	P6S_UW

K_U11	Potrafi zaplanować i przeprowadzić testy urządzeń i systemów mechatronicznych oraz - w przypadku wykrycia nieprawidłowości - zdiagnozować przyczyny ich powstawania i zaplanować działania zapobiegawcze.	P6S_UW
K_U12	Potrafi opracować specyfikację nieskomplikowanych systemów mechatronicznych obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne.	P6S_UW
K_U13	Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich typowych dla mechatroniki oraz wybierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia.	P6S_UO
K_U14	Potrafi zaprojektować oraz zrealizować urządzenie lub system mechatroniczny zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi.	P6S_UW
K_U15	Ma umiejętności wymagane dla poziomu B2 kompetencji językowej, określone w wytycznych Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P6S_UK
K_U16	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia innych.	P6S_KR
K_K01	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu - m.in. poprzez środki masowego przekazu - informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały.	P6S_KK
K_K02	Ma świadomość pozatechnicznych skutków działalności inżynierskiej, dostrzega aspekty ekologiczne i ochrony środowiska przyrodniczego w rozwiązaniach technicznych i technologicznych przemysłu elektromaszynowego.	P6S_KO
K_K03	Ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej.	P6S_KR
K_K04	Potrafi podporządkować się zasadom pracy w zespole, ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.	P6S_KR
K_K05	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	P6S_KO

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunku jest przyporządkowany;
3. rozwinięciu kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;


4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału.

### 3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

#### 3.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	Czynnik ludzki w technice	15	0	0	0	15	1	N	
1	ZE	Ekonomia	30	15	0	0	45	3	N	
1	FC	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	0	15	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	60	0	0	105	9	T	
1	MC	Nauka o materiałach 1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Przedmiot humanistyczny: Budowanie marki osobistej/ Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne inżyniera	30	0	0	0	30	2	N	
1	MI	Technologia informacyjna	30	15	0	0	45	2	N	
2	M	Elektrotechnika i elektronika	30	15	15	0	60	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	45	60	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	45	0	0	75	7	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	5	T	
2	MC	Nauka o materiałach 2	30	0	30	0	60	4	N	
2	MF	Podstawy informatyki	30	0	30	0	60	5	N	

3	MG	Inżynieria wytwarzania 1	15	0	30	0	45	4	N	
3	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	ED	Napędy elektryczne	15	0	15	0	30	3	N	
3	MA	Obliczeniowe systemy informatyczne	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	MA	Układy wizyjne	15	0	30	0	45	4	N	
3	DL	WF 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	MP	Wytrzymałość materiałów	30	30	0	0	60	5	T	
4	MA	Dynamika maszyn	30	0	30	0	60	4	N	
4	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
4	MA	Języki programowania robotów	15	0	15	0	30	2	N	
4	MA	Mechatronika	30	0	0	30	60	5	T	
4	MI	Podstawy automatyki	30	15	15	0	60	5	T	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	30	0	0	30	60	4	N	
4	MA	Podstawy robotyki	30	0	0	30	60	5	T	
4	MD	Termodynamika	15	0	15	0	30	3	N	
4	DL	WF 2	0	30	0	0	30	0	N	
5	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	0	30	60	4	T	
5	MX	Praktyka zawodowa	0	0	0	0	0	6	N	
5	MA	Sieci komputerowe i bazy danych	30	0	30	0	60	3	T	
5	MA	Teoria sterowania	30	0	30	0	60	3	N	
6	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	3	T	

7	MT	Ochrona własności intelektualnej i normalizacja	30	0	0	0	30	3	N	
7	MT	Podstawy zarządzania	30	0	0	15	45	5	N	
7	MA	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	

Uwaga, niezaliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.2 Wykaz bloków tematycznych do wyboru

- Informatyka i robotyka
- Komputerowo wspomagane projektowanie







#### 3.2.1. Blok tematyczny: Informatyka i robotyka







##### Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
5	MA	Modelowanie robotów	30	0	30	0	60	3	N	
5	ML	Napęd i sterowanie pneumatyczne	15	0	30	0	45	2	N	
5	MA	Programowalne systemy mechatroniki	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Robotyka techniczna	30	0	0	30	60	3	N	
6	MA	Komunikacja i bezpieczeństwo systemów robotyki	15	0	30	0	45	4	N	
6	MA	Metody sztucznej inteligencji	30	0	30	0	60	5	N	
6	MA	Programowanie robotów	15	0	30	0	45	4	N	
6	MA	Sterowanie robotów	30	0	30	0	60	5	T	

6	MA	Sygnaly i systemy dynamiczne	15	0	30	0	45	4	N	
6	MA	Układy pomiarowe w robotyce	30	0	30	0	60	5	N	
7	MO	Komputerowo wspomagane programowanie maszyn CNC	15	0	30	0	45	5	N	
7	MA	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Przedmiot humanistyczny: Budowanie marki osobistej	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZH	Przedmiot humanistyczny: Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne inżyniera	30	0	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	

4	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	3	T	

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	107 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	144 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	78 ECTS

Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.





### 3.2.2. Blok tematyczny: Komputerowo wspomagane projektowanie

#### Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
5	MT	Inżynieria wytwarzania 2	30	0	15	0	45	2	N	
5	MK	Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich	0	0	45	0	45	2	N	
5	MA	Programowane elementy mechatroniczne	15	0	15	0	30	2	N	
5	MA	Systemy dynamiczne	15	0	15	0	30	2	N	
5	MP	Wybrane zagadnienia z wytrzymałości materiałów i MES	30	0	30	0	60	4	T	
6	MF	Języki programowania obiektowego	15	0	30	0	45	5	N	
6	MO	Metrologia techniczna i	30	0	30	0	60	4	N	

		systemy pomiarowe								
6	MK	Napędy mechaniczne	15	0	0	45	60	4	N	
6	MA	Robotyzacja procesów przemysłowych	15	0	30	0	45	4	N	
6	MK	Symulacje komputerowe w projektowaniu	15	0	45	0	60	5	N	
6	MK	Systemy CAM i RP	30	0	30	0	60	5	T	
7	ML	Napędy pneumatyczne i hydrauliczne	15	0	30	0	45	5	N	
7	MK	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Przedmiot humanistyczny: Budowanie marki osobistej	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZH	Przedmiot humanistyczny: Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne inżyniera	30	0	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	

4	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	3	T	

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	107 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	144 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w	5 ECTS

przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	78 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

### 3.3 Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie wydziału.

Czynnik ludzki w technice	K_W10, K_U04, K_U08, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - przykłady ergonomii w przemyśle</li> <li>• Charakterystyka środowiska pracy z uwzględnieniem przedmiotów techniki. Omówienie wybranego procesu technologicznego, maszyny lub urządzenia pod kątem bezpieczeństwa i wpływu człowieka na kształtowanie warunków pracy.</li> <li>• Identyfikacja zagrożeń wynikających z zależności człowiek-maszyna-otoczenie. Zwrócenie uwagi na źródło zagrożenia, skutki zagrożeń, a także wdrażanie środków zapobiegawczych.</li> <li>• Przedstawienie, omówienie i pokazanie sposobów nadzoru nad maszynami i urządzeniami techniki. Pokazanie prowadzonej dokumentacji oraz przedstawienie w sposób praktyczny skutków niewłaściwego funkcjonowania człowiek-maszyna-otoczenie.</li> <li>• Analiza zdarzeń wypadkowych i awarii występujących przy stosowaniu przedmiotów techniki. Wskazanie najczęstszych przyczyn wypadków i awarii, a także</li> </ul>	

potencjalnych skutków tych zdarzeń. Zwrócenie uwagi na skutki: gospodarcze, społeczne, techniczne i organizacyjne. • Przedstawienie środków ochronnych występujących w relacji człowiek-maszyna-otoczenie. Wskazanie podstawowych zasad pierwszej pomocy względem typowych urazów występujących podczas obsługi maszyn, urządzeń i procesów technologicznych.

Dynamika maszyn

K\_W01, K\_W09, K\_U01, K\_U04, K\_U06, K\_U16

• Wiadomości wprowadzające. Drgania mechaniczne - pojęcia podstawowe. Kinematyka drgań. Rodzaje wymuszeń. Hałas towarzyszący drganiom. • Podstawowe metody przetwarzania sygnałów drgań. • Charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia. Drgania wzdluzne, skretne i giętnie. Podstawy modelowania układów drgających. Układy ciągłe i dyskretne. Modelowanie analityczne i numeryczne. • Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-nym stopniu swobody. Położenie równowagi statycznej. Dynamiczne równania ruchu, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej. Energetyczna metoda wyznaczania częstości własnej. Drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka amplitudowo-częstościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy. Wymuszenie kinematyczne. • Wibroizolacja czynna i bierna. • Drgania układu ciągłego. • Drgania wzdluzne układu dyskretnego o 2-ch stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań. Drgania skretne. • Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flutteru skrzydła samolotu. • Drgania parametryczne. Układy o okresowo zmiennej sztywności i okresowo zmiennej bezwładności. • Dynamika maszyn wirnikowych, prędkości krytyczne, samocentrowanie wirnika, wyważanie wirników. • Pojęcia podstawowe teorii maszyn i mechanizmów. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot. • Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy. Kinematyka przekładni obiegowej. Zasada Willisa. Kinematyka mechanizmu różnicowego. • Dynamika przekładni obiegowej. • Zapoznanie studentów ze stanowiskami dydaktycznymi i badawczymi. Prezentacja przykładów drgań układów mechanicznych. Pomiar drgań. • Kinematyka drgań i transformacja Fouriera. • Cyfrowe przetwarzanie sygnałów drgań. • Drgania swobodne. • Drgania swobodne tłumione. • Drgania wymuszone. • Pomiary akustyczne. • Numeryczna analiza częstotliwościowa. • Eksperymentalna analiza częstotliwościowa. • Wybrane zagadnienia numerycznej analizy dynamiki układu wirnikowego. • Analityczne modelowanie drgań układu mechanicznego o jednym stopniu swobody. • Analityczne modelowanie drgań układu mechanicznego o dwóch stopniach swobody.

Ekonomia

K\_W10, K\_W11, K\_U01, K\_U04, K\_U09, K\_U16, K\_K02, K\_K05

• Podstawowe pojęcia ekonomii • Rodzaje systemów gospodarczych • Podstawowe podmioty w gospodarce rynkowej • Popyt i podaż oraz czynniki je określające • Analiza produkcji i kosztów przedsiębiorstwa • Rodzaje struktur rynkowych • Mierzenie produktu narodowego • Ruch okrężny dochodu i produktu w gospodarce • Popytowe determinanty dochodu narodowego • System pieniężno-kredytowy • Bezrobocie jako podstawowy problem gospodarczy • Inflacja w gospodarce rynkowej • Cykliczny rozwój gospodarki • Znaczenie polityki fiskalnej i monetarnej w gospodarce narodowej • Handel międzynarodowy - determinanty i znaczenie • Rynek, jego elementy oraz mechanizmy

działania rynku. Podstawy decyzji ekonomicznych konsumenta i producenta. • Formy organizacji rynku (konkurencja doskonała, monopol, konkurencja monopolistyczna, oligopol, duopol. • Rynki czynników produkcji • Rachunek dochodu narodowego a wzrost gospodarczy i cykl koniunkturalny • Rynek pracy i bezrobocie • Podstawy polityki pieniężnej • Pojęcie, miary, rodzaje, teorie i skutki inflacji; metody hamowania inflacji • Polityka gospodarcza państwa w gospodarce zamkniętej i otwartej

Elektrotechnika i elektronika	K_W01, K_W09, K_U01, K_U04, K_U06, K_U10, K_U11, K_U14, K_U16
-------------------------------	---

• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Trójkąt impedancji. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Mikromaszyny elektryczne - podział mikromaszyn, zastosowanie, własności. • Podstawy fizyczne materiałów półprzewodnikowych. Bezzłączowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Inwertery BJT i CMOS oraz podstawowe technologie układów scalonych. • Wzmacniacze i generatory. Filtry cyfrowe. • Algebra Boole'a, bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. Wybrane funkcjonalne układy kombinacyjne i sekwencyjne. • Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. Prostowniki falowniki, przemienniki częstotliwości i ich zastosowanie w układach napędowych. Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej.

Fizyka	K_W03, K_U01, K_U04, K_U10, K_U16
--------	-----------------------------------

• Podstawowe wielkości mechaniczne – pomiar. Międzynarodowy układ jednostek SI. Wektory i wielkości wektorowe w fizyce. Działania na wektorach. • Prędkość i przyspieszenie. Ruch jednostajny i jednostajnie przyspieszony. Ruch prostoliniowy i ruch w trzech wymiarach. Rzut ukośny. • Różniczkowy opis prędkości i przyspieszenia. Pojęcie pochodnej i całki nieoznaczonej. • Wektorowy i różniczkowy opis ruchu w trzech wymiarach. Składowe wektorów prędkości i przyspieszenia. • Dynamika punktu materialnego. Pojęcie siły. Zasady dynamiki Newtona w ruchu postępowym. Układy odniesienia inercjalne i nieinercjalne. • Siła tarcia. Dynamika w nieinercjalnych układach odniesienia. • Praca. Energia kinetyczna i potencjalna. Zasada zachowania energii. Pole sił zachowawczych. • Pęd. Zasada zachowania pędu. Popęd siły. Kinematyka ruchu

obrotowego. • Dynamika ruchu obrotowego ciała sztywnego, zasady dynamiki. • Zasady zachowania w ruchu obrotowym ciała sztywnego. • Ruch drgający harmoniczny. Siły sprężystości. Równanie ruchu drgającego – dynamiczne i kinematyczne. • Ruch drgający tłumiony. Zależność charakteru ruchu od wielkości tłumienia. Ruch drgający wymuszony, zjawisko rezonansu. Wahadło matematyczne i fizyczne. • Ruch falowy. Dynamiczne (różniczkowe) i kinematyczne równanie fali, prędkość fazowa i grupowa. • Kinematyka relatywistyczna. Podstawowe postulaty szczególnej teorii względności. Transformacja Lorentza. • Kinematyka relatywistyczna. Pomiar długości i czasu. Interwał czasoprzestrzenny.

Grafika inżynierska 1

K\_W04, K\_W07, K\_U01, K\_U04, K\_U05,  
K\_U13, K\_U14, K\_U16

• Geneza i rola zapisu konstrukcji. Metody rzutowania - przegląd. Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wyznaczanie linii przenikania brył w układzie 3 rzutni. • Aksonometria. Podstawowe rodzaje linii. Rzuty prostokątne na ściany sześciangu. Minimalna liczba rzutów. • Przekroje proste. Przekroje złożone. Kłady, widoki cząstkowe, przekroje cząstkowe. Półwidok-półprzekrój. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). • Wymiarowanie. Krzywe płaskie • Tolerancje wymiaru i pasowania. • Chropowatość i falistość powierzchni. Oznaczenie powłok oraz obróbki cieplnej. • Tolerancje geometryczne. • Rysunki PMI (Product Manufacturing Information). Wprowadzenie do rysunku złożeniowego. • Rysunki wykonawcze części maszyn. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Przenikanie walców. Rzuty prostokątne na ściany sześciangu. Minimalna liczba rzutów. • Sprawdzian 1: Rzuty prostokątne. Przekroje proste. Praca kontrolna: Przenikanie walców z uwzględnieniem pisma technicznego • Przekrój stopniowy • Przekrój łamany • Sprawdzian 2: Przekrój stopniowy. Półwidok-półprzekrój. Kłady. Widoki i przekroje cząstkowe. Wymiarowanie. • Sprawdzian 3: Przekrój łamany. Wymiarowanie • Ćwiczenia tablicowe z tolerancji wymiarów, pasowań, chropowatości. Uzupełnienie dokumentacji studenta.

Grafika inżynierska 2

K\_W04, K\_W07, K\_U01, K\_U04, K\_U05,  
K\_U13, K\_U14, K\_U16

• Wykorzystanie grafiki komputerowej w zapisie konstrukcji: AutoCAD. Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wielowypustowe. • Rysunek złożeniowy. Elementy znormalizowane. Łożyska toczne. Pokrywy, tuleje, tarcze. Uszczelnienia. • Wały maszynowe. • Koła zębate i przekładnie zębate. Wybrane przekładnie. • Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne. • Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu rzeczywistego. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Wprowadzenie tolerancji wymiarowych. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Praca kontrolna nr 1 - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. Praca kontrolna nr 2 - fragment rysunku złożeniowego zespołu. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie rysunku złożeniowego: pokrywa. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie rysunku złożeniowego: wybrana część. • Rysunek zaliczeniowy. • Wprowadzenie do programu AutoCAD. Rysowanie części maszyn. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku w programie AutoCAD.

Inżynieria wytwarzania 1	K_W04, K_W05, K_U01, K_U04, K_U06, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. • Rodzaje technologii odlewniczych • Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność • Spawanie gazowe i cięcie metali • Spawanie łukowe • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Projektowanie układów wlewowych • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali</li> </ul>	
Inżynieria wytwarzania 2	K_W04, K_W05, K_U01, K_U04, K_U08, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proces produkcyjny i proces technologiczny • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki. Nowoczesne metody wytwarzania. Koncepcja Przemysł 4.0 • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Normowanie czasu pracy metodą chronometrażu • Porównanie dokładności i efektywności obróbki na obrabiarkach konwencjonalnych i CNC</li> </ul>	
Języki programowania obiektowego	K_W01, K_U01, K_U04, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do programowania zorientowanego obiektowo. • Techniki obiektowe. • Przegląd języków i środowisk obiektowych. • Programowanie w środowisku Java. Konstruktory, hermetyzacja, metody wirtualne i abstrakcyjne. • Wyjątki, pakiety, operacje wejścia wyjścia. • Programowanie współbieżne. • Komponenty w Javie. Obsługa zdarzeń. • Biblioteki JAR, aplety, serwlety, midlety – zastosowania języka Java. • Narzędzia i techniki wspomagające programowanie. • Podstawowe operacje wejścia-wyjścia w Javie, konstrukcje imperatywne. • Definiowanie klas i obiektów. • Konstruktory, dziedziczenie, hermetyzacja, obsługa wyjątków. • Metody wirtualne, statyczne, pola statyczne. • Operacje wejścia-wyjścia w Javie. • Standardowe typy szablonowe • Aplikacje graficzne w języku Java – obsługa komponentów i zdarzeń. • Przenoszenie danych pomiędzy formularzami, obsługa interfejsów. • Okna dialogowe, zapis i odczyt danych ze strumieni. • Aplikacje wielowątkowe w Java, synchronizacja wątków.</li> </ul>	
Języki programowania robotów	K_W06, K_U01, K_U04, K_U08, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe informacje o metodach programowania robotów, producentach dedykowanego oprogramowania, firmach produkujących roboty. Przykłady narzędzi programowania off-line. • Korzyści i problemy związane z programowaniem robotów off-line oraz on-line. Metodyka programowania off-line i on-line. Analiza form tekstowych programowania i stosowanych ontologii. Zastosowanie kątów Eulera oraz kwaternionów w programowaniu off-line. • Układy współrzędnych stosowane w programowaniu robotów. Orientacje TCP i konfiguracje robotów. Programy, moduły, procedury, funkcje i przerwania stosowane w języku programowania wysokiego poziomu. Składnia języka programowania na przykładzie Rapid-a. • Przegląd typów danych stosowanych w programowaniu robotów. Instrukcje służące sterowaniu przebiegiem programu i ich zastosowania. Przegląd wraz z przykładami instrukcji ruchu robotów. Komunikacja</li> </ul>	

operatora z systemem zrobotyzowanym z wykorzystaniem dedykowanych instrukcji. • Przegląd instrukcji związanych z prędkością, przyspieszeniem i obciążaniem robota przemysłowego. Przerwania oraz ich zastosowanie w programowaniu robotów off-line. Przegląd zaawansowanych stacji zrobotyzowanych. • Przykłady narzędzi programowania off-line. Zapoznanie z podstawami obsługi narzędzi programowania off-line. • Budowa stacji zrobotyzowanych z wykorzystaniem narzędzi programowanie off-line. • Programowanie off-line orientacji robotów, budowa narzędzi, definiowanie układów współrzędnych. Programowanie ścieżek robotów z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Programowanie prędkości, przyspieszeń i obciążeń robota przemysłowego z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Programowanie przerw z wykorzystaniem narzędzi off-line. Budowa zaawansowanych stacji zrobotyzowanych.

Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich

K\_W07, K\_W08, K\_U01, K\_U04, K\_U05, K\_U06, K\_U13, K\_U14, K\_U16

• Wprowadzenie do obsługi programu Autodesk Inventor - uruchamianie programu, dostosowywanie interfejsu użytkownika, tworzenie części bryłowych (przykład modelowania bryły, tworzenie szkicu, wprowadzanie i edycja wiązań geometrycznych (koło pasowe.pdf)), oglądanie modeli. • Modelowanie i tworzenie dokumentacji bryły z zastosowaniem zaawansowanych elementów kształtujących i poleceń edycyjnych (rys. wspornik.pdf); • Wykonanie bryły z zastosowaniem techniki modelowania wielobryłowego oraz modelowania powierzchniowego. Tworzenie dokumentacji bryły (rys. dźwignia.pdf). • Parametryzacja modelu części (nakrętka\_par.pdf). Tworzenie iPart'a • Modelowanie hybrydowe bryły (rys. wiatrak.pdf, uchwyt.pdf); • Modelowanie hybrydowe bryły - zaawansowane polecenia kształtujące i edycyjne (rys. czajnik.pdf); • Zaliczenie z modelowania bryłowego i powierzchniowego wraz z tworzeniem dokumentacji części; • Modelowanie części blaszanych i tworzenie dokumentacji. Analiza modalna części. • Tworzenie zespołu - wałek z kołem zębatym, łożyskowaniem i elementami ustalającymi – rodzaje i tworzenie wiązań. Korzystanie z bibliotek Content Center (rys. zespół wałek wejściowy.pdf); • Tworzenie zespołu - więzy ruchowe. Tworzenie dokumentacji zespołu (rys. podnośnik trapezowy.pdf). Analiza kolizji. • Tworzenie zespołu - adaptacyjność wiązań, parametryzacja w zespole. Tworzenie dokumentacji zespołu (rys. siłownik.pdf); • Zastosowanie Design Accelerator do projektowania wałków, przekładni zębatej, połączeń wpustowych i wielowypustów, wstawiania łożysk. • Projektowanie konstrukcji stalowych z wykorzystaniem generatora ram. Zastosowanie analizy ram oraz analizy MES zespołu. • Analiza kinematyczna i dynamiczna zespołu. • Zaliczanie z projektowania funkcjonalnego

Komputerowo wspomagane programowanie maszyn CNC

K\_W04, K\_W07, K\_W08, K\_U01, K\_U04, K\_U05, K\_U16

• Komputerowe wspomaganie wytwarzania jako jeden z elementów komputerowo zintegrowanego wytwarzania (CIM) • Wprowadzenie do programowania obrabiarek sterowanych numerycznie (CNC). Wprowadzenie do technologii obróbki na obrabiarkach CNC. Toczenie, frezowanie, wiercenie - kinematyka, narzędzia, parametry skrawania. • Czynności składające się na tworzenie programu sterującego Metody programowania obrabiarek CNC - programowanie ręczne, automatyczne, dialogowe. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Struktura programu sterującego. Podprogramy. Deklaracja sposobu wymiarowania. Programowanie funkcji przygotowawczych wykonania ruchu. Programowanie interpolacji liniowej. Programowanie interpolacji kołowej • Programowanie parametryczne. Programowanie funkcji związanych z narzędziem i jego wymiarami. Programowanie parametryczne. Programowanie funkcji technologicznych. Programowanie funkcji pomocniczych •

Struktura systemów komputerowego wspomaganie wytwarzania (CAM). Definicja cykli obróbkowych w systemach CAM. Symulacja danych pośrednich • Możliwości doboru lub definicji narzędzi i parametrów skrawania w systemach CAM. Przetwarzanie danych źródłowych przez postprocesor - generowanie programu sterującego obrabiarką CNC. Symulacja programu sterującego obrabiarką CNC. Podstawy cyfrowego zapisu geometrii oraz przetwarzania informacji pomiędzy elementami komputerowo zintegrowanego wytwarzania (CIM) • Wprowadzenie do obsługi systemów komputerowego wspomaganie wytwarzania (CAM) • Podstawy programowania ręcznego obrabiarek CNC. Przygotowanie modeli 2D/3D przedmiotów obrabianych i półfabrykatów. Zasady cyfrowego zapisu geometrii. Parametryzacja. Wymiana informacji pomiędzy systemami/modułami CAD-CAM • Programowanie toczenia 2-osiowego. Definiowanie torów ruchu narzędzi dla zadanych geometrii. Określanie zera przedmiotu. Definicja półfabrykatu, materiału półfabrykatu i uchwytu. Inne czynności przygotowawcze. Definiowanie cykli obróbkowych toczenia. Symulacja procesu obróbki. Generowanie kodu NC • Programowanie toczenia 2-osiowego - dobór i definicja narzędzi skrawających. Określanie parametrów skrawania • Programowanie frezowania 3-osiowego. Definiowanie torów ruchu narzędzi dla zadanych geometrii. Określanie zera przedmiotu. Definicja półfabrykatu, materiału półfabrykatu i uchwytu. Inne czynności przygotowawcze. Definiowanie cykli obróbkowych frezowania. Symulacja procesu obróbki. Generowanie kodu NC. • Programowanie frezowania 3-osiowego - dobór i definicja narzędzi skrawających. Określanie parametrów skrawania • Symulacja i weryfikacja obróbki. Wykorzystywanie informacji z symulacji i weryfikacji obróbki do poprawiania programu sterującego

Komunikacja i bezpieczeństwo systemów robotyki

K\_W08, K\_U01, K\_U04, K\_U08, K\_U16

• Sieciowe systemy sterowania • Struktury funkcjonalne systemów sterowania • Podstawy projektowania systemów sterowania dyskretnymi procesami produkcyjnymi • Architektura systemu sterowania. Komunikacja sieciowa. Zasady tworzenia aplikacji typu klient - serwer. • Systemy sterowania, sterowniki PLC, sposoby budowy systemów, protokoły komunikacyjne • Ethernet Przemysłowy – (IEE 802–3 oraz 802u) • PROFINET (Industrial Ethernet) • PROFIBUS (IEC 61158/EN 50170) - sieć przemysłowa do komunikacji pomiędzy sterownikami i urządzeniami I/O. • AS-Interface (EN50295) – sieć przemysłowa do komunikacji z dwustanowymi czujnikami i elementami wykonawczymi. • BN 50090, ANSI EIA 776 – standard komunikacji w obrębie systemów instalacyjnych i w automatyce budynków. • Standard komunikacji DeviceNet • Interfejs Punkt–Punkt – interfejs szeregowy do realizacji prostych zadań komunikacyjnych lub komunikacji poprzez niestandardowy protokół wymiany danych. • Can - otwarty system komunikacji w urządzeniach mechanicznych. • Integracja systemów komunikacji • Systemy teletransmisji danych • Komunikacja w systemach sterowania - Interfejs Punkt–Punkt – interfejs szeregowy do realizacji prostych zadań komunikacyjnych lub komunikacji poprzez niestandardowy protokół wymiany danych. • Komunikacja w systemach sterowania - AS-Interface (EN50295) – sieć przemysłowa do komunikacji z dwustanowymi czujnikami i elementami wykonawczymi. • Komunikacja w systemach sterowania - PROFIBUS (IEC 61158/EN 50170) - sieć przemysłowa do komunikacji pomiędzy sterownikami i urządzeniami I/O. • Komunikacja w systemach sterowania - PROFINET (Industrial Ethernet) przykład pneumatyczny robot FESTO sterownik PLC • Komunikacja w systemach sterowania - Ethernet Przemysłowy – (IEE 802–3 oraz 802u) • Komunikacja w systemach sterowania – CAN • Komunikacja w systemach sterowania – DeviceNet przykład roboty ABB sterowniki PLC • Komunikacja Profinet na przykładzie połączenia pomiędzy sterownikami PLC a zespołem robotów ABB. • Komunikacja

bezprzewodowa na przykładzie zarządzania pracą n mobilnych robotów AmigoBot •  
Integracja różnych systemów komunikacji

Matematyka 1

K\_W02, K\_U01, K\_U04, K\_U16

• Funkcje rzeczywiste jednej zmiennej: podstawowe klasy funkcji, własności funkcji, składanie i odwracanie funkcji, funkcje cyklometryczne. • Ciągi i granice: typy ciągów liczbowych, granica ciągu oraz własności ciągów zbieżnych. Granica funkcji, ciągłość funkcji oraz własności funkcji ciągłych, asymptoty. • Pochodna funkcji jednej zmiennej, pochodne wyższych rzędów, pochodna funkcji złożonej. Zastosowania pochodnych w badaniu własności funkcji (ekstrema, monotoniczność, wklęsłość i wypukłość). • Całka nieoznaczona i jej własności, metody całkowania (przez części, przez podstawienie), całkowanie funkcji wymiernych, niewymiernych i trygonometrycznych. • Liczby zespolone (moduł, argument, postać algebraiczna i trygonometryczna), macierze (definicja, działania, wyznacznik, rząd), układy równań liniowych (twierdzenie Kroneckera–Capellego, wzory Cramera).

Matematyka 2

K\_W02, K\_U01, K\_U04, K\_U16

• Całka oznaczona: definicje, własności, zastosowania geometryczne, całki niewłaściwe. • Równania różniczkowe zwyczajne I-go i II-go rzędu: definicje, całka ogólna i szczególna, zagadnienie Cauchy'ego, metody rozwiązywania równań różniczkowych liniowych i nieliniowych różnych typów. • Szeregi liczbowe: definicja szeregu, sumy szeregu, szereg zbieżny, kryteria zbieżności szeregów, działania na szeregach zbieżnych. • Funkcje wielu zmiennych: definicje, dziedzina, przykłady, pochodne cząstkowe rzędu pierwszego i wyższych, ekstrema funkcji. • Całki podwójne. Całki iterowane, zamiana zmiennych w całce podwójnej.

Mechanika ogólna 1

K\_W01, K\_U01, K\_U04, K\_U16

• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08,

TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły.

Mechanika ogólna 2

K\_W01, K\_U01, K\_U04, K\_U16

• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. • Ruch względny, przykłady • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01-TK03. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK05-TK08 • Żyroskop, teoria uproszczona. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady.

Mechatronika

K\_W04, K\_W06, K\_U01, K\_U04, K\_U12, K\_U14, K\_U16

• Wprowadzenie: podstawowe pojęcia mechatroniki; tworzenie modeli i pojęcie funkcji w mechatronice; projektowanie systemów mechatronicznych. • Porównanie projektowania konwencjonalnego oraz mechatronicznego; metodyka projektowania mechatronicznego; narzędzia komputerowe stosowane w projektowaniu mechatronicznym. • Modułowość urządzeń mechatronicznych; przykłady rozwiązań modułowych, metody szybkiego wytwarzania elementów urządzeń mechatronicznych. • Aktoryka w mechatronice: podział aktorów (nastawników); miejsce aktora w systemie mechatronicznym; klasyfikacja nastawników; kryteria doboru nastawników; nastawniki elektryczne i ich podział; zalety i wady napędów elektrycznych w systemie mechatronicznym; przekaźniki jako elementy systemów mechatronicznych ich podział i zastosowanie. • Metody sterowania napędami elektrycznymi w systemach mechatronicznych; PWM; mostki H; przemienniki częstotliwości; zastosowanie i metody sterowania silnikami krokowymi w systemach mechatronicznych; serwomechanizmy i ich zastosowanie w mechatronice; układy elektroniczne stosowane w sterowaniu urządzeń mechatronicznych. • Sensory (czujniki) i ich miejsce w systemach mechatronicznych; stopnie integracji sensorów; wymagania stawiane sensorom; cechy sensorów pożądane w systemach mechatronicznych; wielkości charakteryzujące sensory; błędy systemów sensorycznych; przegląd i charakterystyka sensorów drogi oraz kąta. • Czujniki stykowe i ich zastosowania w systemach mechatronicznych; przykłady, charakterystyka, podział i interfejsy sensorów (czujników) zbliżeniowych; czujniki optyczne ich podział; zastosowania czujników optycznych w systemach mechatronicznych; przegląd parametrów czujników optycznych dostępnych na rynku. • Czujniki pomiaru prędkości w systemach mechatronicznych, ich podział i przykłady zastosowań; czujniki pomiaru przyspieszenia ich charakterystyka i zastosowania; czujniki żyroskopowe budowa i przykłady zastosowań; czujniki siły w systemach mechatronicznych, ich podział,

charakterystyka i zastosowania. • Oprogramowanie CAD i CAM w projektowaniu mechatronicznym; przegląd i charakterystyka oprogramowania wspomagającego projektowanie i wytwarzania elementów elektronicznych; oprogramowanie stosowane w technikach szybkiego prototypowania. • Oprogramowanie do sterowania i kontroli systemów mechatronicznych; systemy SCADA; przegląd i charakterystyka oprogramowania do symulacji systemów mechatronicznych. • Projekt systemu mechatronicznego zawierającego elementy mechaniczne, elektroniczne oraz programowanie. W ramach projektu ma być wykonany model CAD zaprojektowanego systemu, dobrane aktry oraz zaproponowane metody ich sterowania. Zamodelowane oraz odpowiednio dobrane mają być układy sensoryczne. Należy zaproponować rozwiązania dotyczące oprogramowania sterującego oraz metod wytwarzania komponentów systemu.

Metody sztucznej inteligencji	K_W01, K_W06, K_U01, K_U04, K_U05, K_U16
-------------------------------	--

• Wprowadzenie do metod sztucznej inteligencji. Sieci neuronowe. Podstawy biologiczne działania neuronu, zastosowanie sieci neuronowych przykłady, ograniczenia i wady sieci neuronowych. • Modele neuronów, model McCullocha-Pittsa, perceptron, problem liniowej separowalności danych. Modele neuronów, neurony nieliniowe: sigmoidalne, radialne, struktury sieci, przykłady. • Algorytmy uczenia sieci, algorytm wstecznej propagacji błędów, przykłady: Matlab, Maple. • Sieci neuronowe jako aproksymatory, właściwości aproksymacyjne sieci neuronowych, przykłady • Liniowe struktury sieci ze względu na parametry, sieci neuronowe z rozszerzeniami funkcyjnymi, sieci radialne z funkcjami Gaussa sieci neuronowe Pao, sieci neuronowe z losowym wektorem funkcji podstawowych • Modelowanie neuronowe układów dynamicznych sieciami jednowarstwowymi, neuronowy emulator stanu obiektu dynamicznego. • Sieci neuronowe w sterowaniu nieliniowych układów dynamicznych, neuronowe sterowanie nadążne, struktura, uczenie wag sieci, przykład • Wprowadzenie do układów z logiką rozmytą. Istota układów rozmytych. Techniczne aplikacje układów z logiką rozmytą. • Podstawowe pojęcia zbiorów rozmytych. Klasyczna teoria zbiorów. Zbiory rozmyte. Wartość lingwistyczna. Liczby rozmyte. Przestrzeń lingwistyczna zmiennej. Standardowe funkcje przynależności. Operacje matematyczne na zbiorach rozmytych. • Przybliżone wnioskowanie, podstawowe reguły wnioskowania w logice rozmytej. Implikacja rozmyta. Implikacja klasyczna. Operator implikacji Mamdaniego. Operator iloczynu algebraicznego PROD, inne operatory implikacji rozmytej. • Modele rozmyte, struktura, główne elementy i operacje w modelach rozmytych. Klasy modeli rozmytych Rozmyty model Larsena. Rozmyty model Mamdaniego. Rozmyty model Takagi-Sugeno. Podklasy modeli rozmytych. • Projektowanie układów z logiką rozmytych. Własności aproksymacyjne układów rozmytych. Procedura projektowa systemu rozmytego, Przykład syntezy modelu rozmytego. • Modelowanie rozmyte układów dynamicznych. Estymator wektora stanu układu dynamicznego. • Rozmyte sterowanie nieliniowe Typy regulatora FLC: regulator FLC typu PD, regulator FLC typu PI. • Rozmyte sterowanie nieliniowe cd. Rozmyty regulator ślizgowy z warstwą ograniczającą i z kompensacją typu Takagi-Sugeno. • Zajęcia organizacyjne. Modelowanie funkcji aktywacji neuronów • Struktury sieci neuronowych, modelowanie przepływu sygnałów w sieciach. • Przykłady uczenia perceptronu. • Uczenie jednowarstwowch sieci neuronowych. • Uczenie wielowarstwowch sieci neuronowych z zastosowaniem algorytmu wstecznej propagacji błędów. • Aproksymacja funkcji z zastosowaniem jednowarstwowch sieci neuronowych z rozszerzeniami funkcyjnymi. • Symulacja szeregowego neuronowego emulatora stanu układu dynamicznego z zastosowaniem sieci neuronowych jednowarstwowch. • Symulacja neuronowego algorytmu sterowania nieliniowym układem dynamicznym. •

Modelowanie zbiorów rozmytych i operacji na zbiorach rozmytych. • Realizacja algorytmu modelowania rozmytego: podstawowe funkcje przynależności do zbiorów rozmytych, fuzyfikacja, wnioskowanie rozmyte, defuzyfikacja. • Wprowadzenie do pakietu Fuzzy Logic Toolbox, przykłady, symulacja. • Procedura modelowania rozmytego - Pakiet z interfejsem graficznym do budowy modeli rozmytych w Matlabie. • Symulacja rozmytego sterowania nieliniowego, regulator FLC PI i PD. • Zajęcia zaliczeniowe.

Metrologia techniczna i systemy pomiarowe

K\_W09, K\_U01, K\_U04, K\_U06, K\_U10, K\_U11, K\_U16

• Podstawowe pojęcia dotyczące właściwości metrologicznych. Analiza błędów i niepewności pomiaru. • Podstawowe narzędzia pomiarowe wielkości elektrycznych i ich właściwości metrologiczne • Wybrane metody pomiaru i przetworniki pomiarowe wielkości fizycznych • Systemy pomiarowe - wprowadzenie do komputerowych i programowalnych systemów pomiarowych, przetwarzanie sygnału pomiarowego analogowego i przetwarzanie analogowo-cyfrowe • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Chropowatość powierzchni. • Pomiary wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych. • Pomiary odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiary chropowatości powierzchni. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów.

Modelowanie robotów

K\_W02, K\_U01, K\_U04, K\_U05, K\_U16

• Wprowadzenie do modelowania robotów manipulacyjnych. Kinematyka robotów manipulacyjnych: planowanie ruchu w przestrzeni kartezjańskiej. • Kinematyka robotów manipulacyjnych: równania kinematyki – podejście geometryczne, podejście analityczne. • Kinematyka robotów manipulacyjnych: równania kinematyki – macierz Jacobiego, analiza osobliwości. • Kinematyka robotów manipulacyjnych: zadanie proste kinematyki, zadanie odwrotne kinematyki. • Dynamika robotów manipulacyjnych: modelowanie ruchu manipulatora n-członowego - zasada równowagi kinetostatycznej. • Dynamika robotów manipulacyjnych: modelowanie ruchu manipulatora n-członowego - równania Lagrange'a. Właściwości modelu matematycznego manipulatora sztywne. • Dynamika robotów manipulacyjnych: zadanie proste i odwrotne dynamiki, identyfikacja parametrów modelu. • Dynamika robotów manipulacyjnych: interakcja robota z otoczeniem – model robota z dwustronnymi więzami geometrycznymi. • Zapoznanie z pakietem oprogramowania Matlab: Symbolic Math Toolbox • Kinematyka robotów manipulacyjnych: planowanie ruchu w przestrzeni kartezjańskiej. • Kinematyka robotów manipulacyjnych: równania kinematyki – podejście geometryczne. • Kinematyka robotów manipulacyjnych: równania kinematyki – macierz Jacobiego, analiza osobliwości. • Kinematyka robotów manipulacyjnych: zadanie proste kinematyki, zadanie odwrotne kinematyki. • Dynamika robotów manipulacyjnych: modelowanie ruchu manipulatora dwuczłonowego - zadanie proste dynamiki • Dynamika robotów manipulacyjnych: modelowanie ruchu manipulatora dwuczłonowego - zadanie odwrotne dynamiki • Dynamika robotów manipulacyjnych: interakcja robota z otoczeniem – model robota dwuczłonowego z dwustronnymi więzami geometrycznymi.

Napęd i sterowanie pneumatyczne	K_W04, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04, K_U14, K_U16
<p>• Przeznaczenie napędów płynowych – pneumatycznych i hydraulicznych i zakres ich zastosowań. Rodzaje napędów stosowanych w manipulatorach i robotach przemysłowych. Ogólne porównanie różnych rodzajów napędów. • Struktura napędów płynowych pneumatycznych i hydraulicznych. Elementy przetwarzające energię mechaniczną w napędach – liniowe i obrotowe oraz elementy sterujące przepływem energii. • Wytwarzanie powietrza, jego przygotowanie – osuszenie i filtracja oraz rozprowadzenie siecią sprężonego powietrza. • Elektropneumatyczne i elektrohydrauliczne napędy robotów dwupołożeniowe, wielopołożeniowe i pozycjonowane. Sterowanie napędami dławieniowe i objętościowe. • Pneumatyczne napędy ruchu manipulatorów i chwytaków. Elementy napędowe pneumatyczne. • Elementy sterowania napędami. Typowe elementy układów napędowych pneumatycznych i elektropneumatycznych. • Statyczne i dynamiczne charakterystyki napędów. Układy pomiarowe i diagnostyczne napędów manipulatorów i robotów przemysłowych. • Sterowanie napędami pneumatycznymi. Metoda algorytmiczna projektowania układów sterowania napędami czysto pneumatycznymi i elektropneumatycznymi i elektrohydraulicznymi. • Podstawy projektowania napędów i układów sterowania napędami manipulatorów z wykorzystaniem sterowników PLC. • Dynamika układów napędowych. Uproszczony sposób projektowanie części napędowej układu pneumatycznego. • Symbole graficzne elementów płynowych. Zasady rysowania schematów układów pneumatycznych i hydraulicznych. Zasady doboru elementów katalogowych • Sterowanie siłownikami jednostronnego działania • sterowanie siłownikami dwustronnego działania • Badanie charakterystyk elementów napędowych; siłownik tłoczyskowy, siłownik beztłoczyskowy, siłownik teleskopowy, wahadłowy • Funkcje logiczne w realizacji pneumatycznej • Realizacja sterowania w zależności od drogi i czasu • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy • Realizacja sterowania w układzie klasycznym 4 i 5 siłowników z symulacją w FLUIDSIM • Realizacja prostych sterowań w oparciu o sterownik PLC • Realizacja sterowania zależnego 4-5 siłowników na PLC • Sterowanie 5 osiowym manipulatorem kompaktowym dla wybranej kombinacji ruchu- programowanie PLC • Sterowanie układem pozycjonującym w FCT • Terminal pneumatyczno elektryczny CPX-MPA konfiguracja • Programowanie wybranych kombinacji działań segregatora z terminalem CPX</p>	
Napędy elektryczne	K_W04, K_W06, K_W07, K_W09, K_U01, K_U04, K_U06, K_U10, K_U11, K_U14, K_U16
<p>• Równanie ruchu układu napędowego, moc i obciążenie silnika elektrycznego • Metody regulacji prędkości w napędach z maszynami elektrycznymi: prądu stałego, asynchronicznymi, z komutacją elektroniczną, skokowymi • Układy automatycznej regulacji prędkości i położenia • Przykłady zastosowań elektrycznych układów napędowych</p>	
Napędy mechaniczne	K_W04, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04, K_U05, K_U07, K_U13, K_U14, K_U16
<p>• Napędy i cel ich stosowania, rodzaje napędów. Przekładnie mechaniczne i ich podział. • Przekładnie ślimakowe. rodzaje przekładni, cel i zakres stosowania. Parametry ślimaka i ślimacznicy, rozkład sił w przekładni, obliczanie wytrzymałościowe elementów przekładni. • Przekładnie planetarne. Schematy kinematyczne i zakresy uzyskiwanych przełożeń. Obciążenia elementów przekładni i ich obliczanie wytrzymałościowe. • Przekładnie falowe i ich rodzaje. Zakresy uzyskiwanych przełożeń. Główne części i</p>	

zespoły tych przekładni oraz zasady ich obliczania i projektowania. • Przekładnie ciągłowe i ich rodzaje. Przekładnie z pasem płaskim, z paskami klinowymi, z paskiem wieloklinowym, z pasem zębatym. Główne elementy tych przekładni, ich obciążenia i projektowanie. • Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje i konstrukcja łańcuchów drabinkowych i zębatych. Dobór łańcuchów. Konstrukcja kół łańcuchowych. • Projekt I: Projekt przekładni planetarnej, przekładni stożkowej z zębami kołowo-łukowymi lub przekładni falowej. Projekt powinien zawierać: obliczenia kinematyczne i wytrzymałościowe, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze wskazanych dwóch części przekładni. • Projekt II: Projekt przekładni z pasem zębatym lub przekładni z pasem wieloklinowym. Projekt powinien zawierać: obliczenia kinematyczne i wytrzymałościowe, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze wskazanych dwóch części przekładni.

Napędy pneumatyczne i hydrauliczne

K\_W04, K\_W06, K\_W07, K\_U01, K\_U04, K\_U14, K\_U16

• Przeznaczenie napędów płynowych – pneumatycznych i hydraulicznych i zakres ich zastosowań. Rodzaje napędów stosowanych w manipulatorach i robotach przemysłowych. Ogólne porównanie różnych rodzajów napędów. • Struktura napędów płynowych pneumatycznych i hydraulicznych. Elementy przetwarzające energię mechaniczną w napędach – liniowe i obrotowe oraz elementy sterujące przepływem energii. • Wytwarzanie powietrza, jego przygotowanie – osuszenie i filtracja oraz rozprowadzenie siecią sprężonego powietrza. • Elektropneumatyczne i elektrohydrauliczne napędy robotów dwupołożeniowe, wielopołożeniowe i pozycjonowane. Sterowanie napędami dławieniowe i objętościowe. • Pneumatyczne napędy ruchu manipulatorów i chwytaków. Elementy napędowe pneumatyczne. • Elementy sterowania napędami. Typowe elementy układów napędowych pneumatycznych i elektropneumatycznych. • Statyczne i dynamiczne charakterystyki napędów. Układy pomiarowe i diagnostyczne napędów manipulatorów i robotów przemysłowych. • Sterowanie napędami pneumatycznymi. Metoda algorytmiczna projektowania układów sterowania napędami czysto pneumatycznymi i elektropneumatycznymi i elektrohydraulicznymi. • Podstawy projektowania napędów i układów sterowania napędami manipulatorów z wykorzystaniem sterowników PLC. • Dynamika układów napędowych. Uproszczony sposób projektowanie części napędowej układu pneumatycznego. • Symbole graficzne elementów płynowych. Zasady rysowania schematów układów pneumatycznych i hydraulicznych. Zasady doboru elementów katalogowych • Sterowanie siłownikami jednostronnego działania • sterowanie siłownikami dwustronnego działania • Badanie charakterystyk elementów napędowych; siłownik tłoczyskowy, siłownik beztłoczyskowy, siłownik teleskopowy, wahadłowy • Funkcje logiczne w realizacji pneumatycznej • Realizacja sterowania w zależności od drogi i czasu • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy-układ kombinacyjny • Realizacja sterowania w układzie klasycznym -układ sekwencyjny • Realizacja sterowania w oparciu o cyklogram pracy w układzie klasycznym -automat sekwencyjny • Realizacja sterowania zależnego -automat kombinacyjny z wykorzystaniem sterownika PLC • Realizacja sterownika zależnego -automat sekwencyjny 3 i 4 siłownikowy na sterowniku PLC • Realizacja automatu sekwencyjnego 4 siłownikowego z wykorzystaniem sterownika PLC • Realizacja sterowania automat sekwencyjny ze sterownikiem PLC • Układ pozycjonowania dowolnego z wykorzystaniem terminala CPX

Nauka o materiałach 1

K\_W04, K\_W05, K\_U01, K\_U04, K\_U06, K\_U16

• Wprowadzenie do nauki o materiałach. • Charakterystyka podstawowych grup materiałów inżynierskich (metale, polimery, ceramika, kompozyty) – struktura,

mikrostruktura, właściwości, zastosowanie. • Budowa idealna i rzeczywista kryształów i ich agregatów • Krystalizacja metali - fazy stopów. • Wykresy równowagi fazowej stopów • Układ Fe-C. Przemiany, fazy i składniki strukturalne układu. • Podział stopów według układu Fe-C. Stale niestopowe, żeliwa, staliwo • Stale stopowe - klasyfikacja, wpływ pierwiastków stopowych, właściwości i zastosowanie • Obróbka cieplna stali

Nauka o materiałach 2

K\_W04, K\_W05, K\_U01, K\_U04, K\_U06, K\_U16

• Stopy metali nieżelaznych - wprowadzenie. • Aluminium i jego stopy. Obróbka cieplna stopów aluminium. • Miedź i jej stopy. Obróbka cieplna stopów miedzi. • Stopy tytanu i niklu • Materiały ceramiczne - właściwości i zastosowanie w technice. • Materiały polimerowe - budowa, właściwości i zastosowanie w technice • Ogólne problemy projektowania i wytwarzania kompozytów. • Ogólne wytyczne projektowania kompozytów - kompozyty konstrukcyjne • Zastosowanie technik komputerowych w zagadnieniach wspomaganie projektowania i doboru materiałów • Wprowadzenie do modułu • Budowa krystaliczna metali i stopów - idealna i rzeczywista. • Budowa stopów dwuskładnikowych - układy równowagi fazowej. • Badania metalograficzne stopów metali • Układ równowagi fazowej Fe-C. Mikrostruktura składników fazowych układu • Mikrostruktura stali niestopowej, staliwa i żeliwa • Mikrostruktura stali stopowej • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stali • Stopy metali nieżelaznych (Al, Cu, Ti, Ni) • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych • Budowa, właściwości oraz zastosowanie materiałów ceramicznych i polimerów • Budowa, właściwości oraz zastosowanie materiałów kompozytowych • Zasady doboru materiałów inżynierskich. Komputerowe bazy danych materiałowych i zastosowanie technik komputerowych w inżynierii materiałowej.

Obliczeniowe systemy informatyczne

K\_W01, K\_W08, K\_U01, K\_U04, K\_U05, K\_U13, K\_U14, K\_U16

• Wprowadzenie do modelowania w Matlabie, praca w trybie interaktywnym, formaty liczb, zmienne i wyrażenia, operacje na macierzach, zapis i odczyt przestrzeni roboczej do pliku, zmienne specjalne i stałe, elementarne funkcje matematyczne, przykłady. Podstawy grafiki 2D, wykresy funkcji jednej zmiennej, komentarze na wykresie, przykłady. • M-pliki, m-pliki funkcyjne, wprowadzenie do programowania w Matlab-ie, operatory, instrukcje, przykłady. Instrukcje iteracyjne, wektoryzacja pętli, przykłady, numeryczne rozwiązywanie zagadnienia początkowego, implementacja w m-pliku, m-pliki całkowania numerycznego układów równań różniczkowych zwyczajnych, przykłady. • Procedury standardowe Matlabia rozwiązywania zagadnienia początkowego, symulacja zadania prostego i odwrotnego dynamiki, przykłady. • Metody różniczkowania numerycznego, funkcje różniczkowania numerycznego Matlabia, symulacja zadania analizy kinematycznej ruchu punktu, przykłady. • Wprowadzenie do pakietu Simulink, biblioteki pakietu, menu okna modelu, edytor graficzny, podstawowe operacje na blokach, etykiety sygnałów, propagacja etykiet, formatowanie połączeń, definiowanie modeli graficznych i ich symulacja, przykłady. • Simulink-cd., współpraca z systemem i otoczeniem, eksport danych z Simulinka, import danych do Simulinka, definiowanie podsystemów, maskowanie podsystemów, modyfikacja procesu maskowania, inicjowanie parametrów modelu graficznego w m-pliku, modele graficzne toru ruchu punktu – krzywe Lissajous i ich symulacja. • Simulink – cd., blok różniczkowania sygnału, blok całkowania sygnału, modelowanie graficzne i symulacja zadania prostego kinematyki punktu. • Modelowanie graficzne i symulacja zadania prostego dynamiki, modelowanie graficzne i symulacja zadania odwrotnego dynamiki. • Charakterystyka Matlabia / Simulinka. Porównanie z innymi wersjami – podobieństwa i różnice. • System czasu rzeczywistego w Matlabie.

Współpraca Matlab z zewnętrznymi aplikacjami. Rozwiązywanie równań różniczkowych. Przykłady. • Wprowadzenie do przekształceń symbolicznych, procesor symboliczny Maple, wywołanie pakietu , menu okna pakietu, wprowadzenie do trybu konwersacyjnego, przykłady prostych obliczeń symbolicznych, wizualizacja rozwiązań, obliczenia matematyczne-podstawy, stałe, funkcje. Maple -cd., obliczenia symboliczne, przypisywanie nazw wyrażeniom, obiekty Maple -wektory , macierze, operacje na wektorach i macierzach, grafika-2D,grafika-3D. • Maple-cd., symboliczne rozwiązywanie układów równań algebraicznych-funkcje solv(), subs(), unapply(), symboliczne różniczkowanie, zastosowanie symbolicznych przekształceń w analizie kinematyki punktu. Przekształcenia symboliczne w rozwiązywaniu równań różniczkowych zwyczajnych, procedury numeryczne Maplea całkowania równań, symulacja zadania prostego i odwrotnego dynamiki. • Wprowadzenie do programowania w Maplu, zmienne lokalne i globalne, podstawowe konstrukcje programowe, definicje procedur, przykłady. • Zastosowanie pakietów Matlab, Simulink, Maple w szybkim prototypowaniu układu sterowania ruchem nadążnym mobilnego robota kołowego • Zastosowanie pakietów Matlab, Simulink, Maple w szybkim prototypowaniu układu sterowania ruchem nadążnym mobilnego robota kołowego • Wprowadzenie do pakietu Matlab, interfejs użytkownika, zasady pracy w Matlabie, katalogi i pliki konfiguracyjne Matlab, zmienne i wyrażenia, wektory i macierze, elementy rachunku wektorowego i macierzowego, przykłady, ćwiczenia, sprawozdanie. • Podstawy grafiki, wprowadzenie do programowania w Matlabie, typy danych w Matlabie, m-pliki, operatory, elementy języka Matlab, m-pliki funkcyjne, przykłady, ćwiczenia, sprawozdanie. • Programowanie w Matlabie, instrukcje iteracyjne, wektoryzacja petli, przykłady, ćwiczenia, sprawozdanie. • Metody numeryczne, numeryczne rozwiązywanie zagadnienia początkowego, implementacja rozwiązania w m-pliku , m-pliki całkowania numerycznego układów równań różniczkowych zwyczajnych, przykłady, ćwiczenia, sprawozdanie. • Procedury standardowe Matlab rozwiązywania zagadnienia początkowego, symulacja zadania prostego i odwrotnego dynamiki, metody i funkcje różniczkowania numerycznego, symulacja zadania analizy kinematycznej ruchu punktu, przykłady, ćwiczenia, sprawozdanie. • Wprowadzenie do pakietu symulacji układów dynamicznych Simulink, biblioteki pakietu, menu, okna modelu, ustawianie parametrów symulacji, edytor graficzny, podstawowe operacje na blokach, etykiety sygnałów, propagacja etykiet, formatowanie połączeń, definiowanie modeli w postaci schematu blokowego i ich symulacja, przykłady, ćwiczenia, sprawozdanie. • Simulink-cd., współpraca z systemem i otoczeniem, eksport danych z Simulinka, import danych do Simulinka, definiowanie podsystemów, maskowanie podsystemów, modyfikacja procesu maskowania, inicjowanie parametrów modelu graficznego w m-pliku , modele graficzne toru ruchu punktu – krzywe Lissajous i ich symulacja, modelowanie graficzne i symulacja zadania prostego kinematyki punktu, ćwiczenia, sprawozdanie. • Modelowanie graficzne i symulacja zadania prostego dynamiki, modelowanie graficzne i symulacja zadania odwrotnego dynamiki, ćwiczenia, sprawozdanie. • Programowanie pętli for, if, while, do, przykłady. • System czasu rzeczywistego w Matlabie,przykłady. Współpraca Matlab z zewnętrznymi aplikacjami, przykłady, ćwiczenia, sprawozdanie. • Wprowadzenie do przekształceń symbolicznych, wywołanie pakietu Maple, zapoznanie z procesorem symbolicznym i z interfejsem, przykłady prostych obliczeń symbolicznych, zapoznanie z podstawowymi funkcjami pakietu, wizualizacja rozwiązań, obliczenia symboliczne, operacje na wektorach i macierzach, grafika-2D, ćwiczenia, sprawozdanie. • Maple-cd., symboliczne rozwiązywanie układów równań algebraicznych-funkcje solv(), subs(), unapply(), symboliczne różniczkowanie, zastosowanie symbolicznych przekształceń w analizie kinematyki punktu, ćwiczenia, sprawozdanie. • Przekształcenia symboliczne w

rozwiązywaniu równań różniczkowych zwyczajnych, procedury numeryczne Maple całkowania równań, symulacja zadania prostego i odwrotnego dynamiki. • Wprowadzenie do programowania w Maplu, zmienne lokalne i globalne, podstawowe konstrukcje programowe, definicje procedur, ćwiczenia, sprawozdanie. • Kolokwium	
Ochrona własności intelektualnej i normalizacja	K_W10, K_U01, K_U04, K_U08, K_U16, K_K05
• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej i normalizacji • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego • Poziomy dizlaności normalizacyjnej - normlizacionazakładowa, krajowa, europejska i kmiędzynarodowa • Metodyka prac normalizacyjnych - elementy normy, opracowywanie norm. • Organizacja, planowanie i programowanie prac normalizacyjnych w przedsiębiorstwie.	
Podstawy automatyki	K_W01, K_W06, K_U01, K_U04, K_U06, K_U11, K_U12, K_U16
• Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Rodzaje i struktury układów sterowania. Modele matematyczne obiektów automatyki. • Metody analizy układów dynamicznych. Transmitancja operatorowa i widmowa, charakterystyki czasowe i częstotliwościowe. • Metody analizy układów dynamicznych. Transmitancja operatorowa i widmowa, charakterystyki czasowe i częstotliwościowe cd. • Struktura złożonych układów dynamicznych, systemy otwarte i zamknięte, przekształcanie schematów blokowych. • Struktura układów regulacji, sprzężenie zwrotne, obiekty, regulatory, czujniki pomiarowe, przetworniki analogowe i cyfrowe, elementy wykonawcze, nastawniki. • Wymagania stawiane układom automatyki. Stabilność, warunki konieczne i dostateczne stabilności, kryteria stabilności • Wymagania stawiane układom automatyki. Kryteria stabilności cd. • Wymagania stawiane układom automatyki. Jakość dynamiczna, kryteria czasowe, częstotliwościowe i całkowite. • Wymagania stawiane układom automatyki. Dokładność statyczna, układy statyczne i astatyczne. • Projektowanie liniowych układów regulacji, dobór nastaw regulatorów (PI, PD, PID). • Rodzaje regulatorów, zasady konstrukcji i nastawy parametrów. Elementy projektowania układów automatyki. • Układy regulacji nieliniowej: typy nieliniowości, regulacja dwu i trójpołożeniowa, układy automatyki z opóźnieniem. • Systemy cyfrowe w automatyce. • Opis układów dynamicznych: transformaty całkowite, transmitancja, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. • Przekształcanie schematów blokowych. • Badanie stabilności układów dynamicznych. • Wyznaczanie uchybu ustalonego, kryteria jakości dynamicznej. • Rozwiązywanie równań stanu. • Opis układów logicznych, minimalizacja i realizacja funkcji logicznych • Charakterystyki statyczne. • Charakterystyki czasowe. • Charakterystyki częstotliwościowe. • Wprowadzenie do programów symulacyjnych. Badanie właściwości elementów dynamicznych • Badanie stabilności układów. • Dobór nastaw regulatora	
Podstawy informatyki	K_W01, K_U01, K_U04, K_U13, K_U16, K_K04
• Wprowadzenie do programowania. • Programowanie w języku Python: zmienne, obliczenia arytmetyczne. • Programowanie w języku Python: obsługa wejścia/wyjścia, instrukcja warunkowa. • Programowanie w języku Python: tworzenie wykresów. • Programowanie w języku Python: pętle. • Programowanie w języku Python: wyrażenia	

listowe, złożone typy danych. • Programowanie w języku Python: funkcje własne. • Programowanie w języku Python: podstawy programowania obiektowego. • Programowanie w języku Python: aplikacje z konsolowym i graficznym interfejsem użytkownika. • Programowanie w języku Python: modelowanie symulacyjne. • Programowanie w języku Python: elementy statystyki. • Programowanie w języku Python: problem regresji. • Programowanie w języku Python: problem klasyfikacji. • Chmury obliczeniowe. • Kolokwium zaliczeniowe. • Zapoznanie ze środowiskiem Python. • Operacje matematyczne. • Interakcja programu z użytkownikiem, instrukcja warunkowa. • Tworzenie wykresów. • Instrukcje iteracyjne - część 1. • Instrukcje iteracyjne - część 2. • Funkcje własne. • Sprawdzian zaliczeniowy nr 1. • Podstawy programowania obiektowego - część 1. • Podstawy programowania obiektowego - część 2. • Programowanie z elementami graficznego interfejsu użytkownika - część 1. • Programowanie z elementami graficznego interfejsu użytkownika - część 2. • Programowanie z elementami graficznego interfejsu użytkownika: modelowanie symulacyjne - część 1. • Programowanie z elementami graficznego interfejsu użytkownika: modelowanie symulacyjne - część 2. • Sprawdzian zaliczeniowy nr 2.

Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U04, K_U07, K_U09, K_U14, K_U16
-------------------------------	--

• Wprowadzenie: zakres tematyki podstaw konstrukcji maszyn. działy tematyczne, , podstawowe pojęcia z zakresu konstrukcji maszyn, proces projektowania, najważniejsze kryteria projektowania maszyn. • Podstawowe pojęcia z wytrzymałości materiałów. Własności mechaniczne materiałów, zasadnicze przypadki obciążeń prostych: rozciąganie, ściskanie, ścinanie, docisk powierzchniowy, skręcanie, zginanie. Obciążenia stałe i zmienne. Cykle naprężeń zmiennych. Wytrzymałość zmęczeniowa, definicje, wyznaczanie wytrzymałości zmęczeniowej, wykres Wohlera. Naprężenia dopuszczalne dla obciążeń stałych i zmiennych • Połączenia, rodzaje połączeń, połączenia nitowane, podstawowe zależności, obliczanie połączeń nitowanych. • Połączenia spawane, rodzaje, wymiary obliczeniowe, naprężenia dopuszczalne w przypadku obciążeń stałych i obciążeń zmiennych, obliczanie spoin czołowych i pachwinowych, obliczanie połączeń nakładkowych i zakładkowych. • Połączenia śrubowe, zarys gwintu, normalizacja, siły działające w złączu śrubowym - zyskowność, samohamowność, sprawność, obliczenia wytrzymałościowe gwintu - wysokość nakrętki, obliczenia wytrzymałościowe połączeń śrubowych. Przypadki obciążenia połączenia śrubowego. • Połączenia sprężyste. Rodzaje połączeń, konstrukcja, charakterystyki, układy wielokrotne. Obliczenia podstawowych wymiarów, obliczenia wytrzymałościowe. • Połączenia kołkowe i sworzniowe. Podziały. Konstrukcja połączeń, obliczenia wytrzymałościowe. • Połączenia wpustowe i wielowpustowe. Definicja, podziały, konstrukcja. Zasady pasowań. Obliczenia wytrzymałościowe. • Osie i wały. Definicja, podziały, zasady konstrukcyjne - kształtowanie osi i wałów. Obliczenia wytrzymałościowe - wytrzymałość zmęczeniowa. Obroty krytyczne, sztywność. • Łożyska toczne. Definicje, podziały, zasady konstrukcyjne, normalizacja. Rozkład obciążeń w łożysku tocznym, współpraca elementów tocznych z bieżniami - wzory Hertza. Trwałość i nośność łożysk tocznych. Nośność ruchowa, spoczynkowa. Dobór łożysk tocznych. Zasady łożyskowań - ruchomy wałek, ruchoma obudowa. Uszczelnienie łożysk, ustalanie łożysk na wałkach. • Łożyska ślizgowe. Definicje, podziały, konstrukcja. Obliczenia łożysk ślizgowych. • Projekt I.: Zaprojektować połączenie nierozłączne spawane lub urządzenie z napędem śrubowym z korpusem spawanym lub innymi elementami spawanymi typu: a) ściągacz do łożysk, b) prasa śrubowa, c) napinacz pasowy, d) podnośnik. Schemat i dane indywidualne. Zadania do wykonania: a) analiza obciążeń, b) obliczenia wytrzymałościowe, c) rysunek złożeniowy d) rysunki wykonawcze wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować wałek

<p>maszynowy według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreślno - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze wskazanych części.</p>	
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 2</p>	<p>K_W04, K_W07, K_U01, K_U04, K_U07, K_U09, K_U14, K_U16</p>
<p>• Sprzęgła. Definicja, podziały, konstrukcja. Sprzęgła nierozłączne (sztywne, podatne, samonastawne), sterowane przełączane synchronicznie (kłowe, zębate) i asynchronicznie (cierne), samoczynne (odśrodkowe, jednokierunkowe, bezpieczeństwa). Obliczanie podstawowych wymiarów sprzęgieł. • Hamulce. Definicja, podziały, konstrukcja. Obliczanie podstawowych wymiarów hamulców. • Przekładnie mechaniczne. Rodzaje przekładni, kryteria podziału. • Przekładnie zębate. Kryteria podziału. Parametry geometryczne koła zębatego walcowego o zębach prostych. Rodzaje zarysów zęba. Metody obróbki kół zębatych. • Prawo zazębienia. Konstrukcja zęba o zarysie ewolwentowym. Własności ewolwenty. Funkcja ewolwentowa. Liczba przyporu. Graniczna liczba zębów. • Korekcja uzębienia. Minimalne i maksymalne przesunięcie narzędzia, wymiary zęba i koła korygowanego. Korekcja zazębienia P i P-O. Grubość zęba na dowolnej średnicy. • Koła zębate o zębach śrubowych. Parametry geometryczne koła zębatego walcowego o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Liczba przyporu czołowa i poskokowa. Korekcja uzębienia i zazębienia. • Wytrzymałościowe obliczenia przekładni zębatych. Obciążenia zastępcze. Obliczanie na zginanie, obliczanie na nacisk powierzchniowy, obliczanie na zagrzanie. • Przekładnie stożkowe. Kryteria podziału. Parametry geometryczne koła zębatego stożkowego • Przekładnie ślimakowe. Kryteria podziału. Parametry geometryczne kół przekładni ślimakowej • Przekładnie cierne. Konstrukcja, rodzaje, obliczenia podstawowych wymiarów. • Przekładnie cięgnowe (pasowe i łańcuchowe). Konstrukcja, rodzaje, obliczenia podstawowych wymiarów. • Projekt: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Dobrać schemat reduktora. Wykonać obliczenia kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatych. Obliczyć i dobrać łożyska toczne. Wyznaczyć zarys teoretyczny i rzeczywisty wałów. Zaprojektować obudowę reduktora. Zaprojektować (dobrać) sprzęgło (tulejowe, łukowe, tarczowe, elastyczne). Sporządzić rysunek złożeniowy oraz rysunki wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.</p>	
<p>Podstawy robotyki</p>	<p>K_W01, K_W06, K_U01, K_U04, K_U12, K_U13, K_U14, K_U16</p>
<p>• Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwanymi przez roboty • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Napędy liniowe robotów. Przekładnie falowe • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO • Warstwy sterowania robotów • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i płazo podobne • Materiały inteligentne w robotyce • Przekształcenia jednorodne • Modelowanie, obliczanie, projektowanie wybranego chwytaka wraz z doбором sensorów, napędów i sterowania oraz symulacja działania chwytaka.</p>	

Podstawy zarządzania	K_W10, K_U01, K_U02, K_U04, K_U09, K_U16, K_K04, K_K05
<p>• Wprowadzenie do zarządzania. Istota, pojęcie, cechy, funkcje i płaszczyzny procesu zarządzania. Organizacja i jej otoczenie; cechy, typy i formy organizacji. • Ewolucja nauk o zarządzaniu. Szkoły w naukach o zarządzaniu. Klasyczne, przejściowe i nowoczesne koncepcje zarządzania. • Planowanie: istota, funkcje, etapy, zasady, modele. Rodzaje planów w organizacji. Strategia i podstawy analizy strategicznej. • Istota procesu podejmowania decyzji; rodzaje decyzji, techniki podejmowania decyzji. • Organizowanie działalności przedsiębiorstwa. Pojęcie, elementy, funkcje i zasady budowy struktur organizacyjnych. • Przewodzenie. Źródła i zasady sprawowania władzy. Przywództwo, cechy przywódcy i sytuacyjne modele przywództwa. Style kierowania. Role i zadania kierownicze, kompetencje i umiejętności. • Motywacja i motywowanie pracowników, teorie motywacji i motywowania, elementy procesu motywowania. Wybrane metody i narzędzia motywowania pracowników. • Proces kontroli, istota, funkcje, rodzaje, fazy oraz efektywność i skuteczność kontroli. Audyt i controlling. Istota, rodzaje i modele komunikacji w zarządzaniu. Kultura organizacyjna i etyka w biznesie. • Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem. Pojęcie jakości i rozwój zarządzania jakością. Pętla Deminga. Podstawy prawne zarządzania jakością. Kompleksowe zarządzanie jakością TQM, narzędzia i techniki zarządzania jakością. Systemy zarządzania środowiskiem, podstawy prawne. Przegląd środowiskowy. System zarządzania bezpieczeństwem, badanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Przemysłowe systemy i procesy produkcyjne, planowanie i sterowanie produkcją. Systemy i procesy produkcyjne i wytwórcze, ich cechy i klasyfikacje, typy, formy i odmiany organizacji produkcji, nowoczesne systemy produkcyjne, cykl produkcyjny, planowanie i programowanie produkcji, planowanie liniowe, programowanie sieciowe, metody programowania sieciowego (CPM i PERT). Nowoczesna systemy planowania i sterowania produkcją, metody i narzędzia Lean Manufacturing. • Omówienie struktury zajęć, literatury oraz warunków zaliczenia projektów ("Wybrane aspekty zarządzania przedsiębiorstwem"). Założenie i opis hipotetycznego przedsiębiorstwa. Misja, wizja, cele, opracowanie drzewa celów. Opracowanie algorytmu graficznego dla procesu zakładania działalności gospodarczej w Polsce. • Opis przedsiębiorstwa - charakterystyka jego podsystemów, niezbędnych zasobów, analiza otoczenia mikro i makro. Opracowanie harmonogramu pozyskania zasobów, w tym ludzkich. Opracowanie struktury organizacyjnej oraz kart stanowisk pracy (dla wybranego stanowiska kierowniczego i operacyjnego). Opracowanie algorytmu procesu rekrutacji na stanowiska operacyjne. • Analiza i propozycje doskonalenia wybranego procesu produkcyjnego. • Analiza i propozycje doskonalenia wybranego procesu produkcyjnego • Prezentacje projektów w Power Point. Wystawienie ocen.</p>	
Praca dyplomowa	K_W01, K_U01, K_U03, K_K03
<p>• Omówienie tematu, celu, zakresu, harmonogramu pracy dyplomowej. • Omówienie literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wymagania formalne i redakcyjne dotyczące pracy dyplomowej. • Struktura i treść rozdziałów. • Omówienie uzyskanych wyników. • Redakcja pracy.</p>	
Praktyka zawodowa	K_W07, K_U02, K_U03, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K04
<p>• Realizacja zadań przydzielonych w ramach praktyki. Zapoznanie studenta z zagadnieniami praktycznymi zgodnie z profilem działalności przedsiębiorstwa. Zapoznanie studenta z procesami i urządzeniami stosowanymi w przemyśle. Poznanie</p>	

specyfikacji pracy na różnych stanowiskach, w różnych branżach merytorycznie związanych z mechatroniką. Konfrontacja wiedzy teoretycznej zdobytej na uczelni z rzeczywistością i wykształcenie umiejętności praktycznego jej zastosowania. Poznanie własnych możliwości na rynku pracy. Doskonalenie umiejętności właściwej organizacji pracy, sumienności i odpowiedzialności za powierzone zadania. Nawiązanie kontaktów zawodowych.

Programowalne systemy mechatroniki	K_W04, K_W06, K_U01, K_U04, K_U14, K_U16
------------------------------------	--

• Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Definicje, podstawowe pojęcia. • Struktury: mikroprocesora, mikrokontrolera; centralna jednostka obliczeniowa, układy wejść-wyjść, pamięć; przesyłanie sygnałów. • Rodzaje pamięci: stałe, operacyjne - budowa, przeznaczenie; rodzaje rejestrów : uniwersalne, funkcyjne - budowa i zadania w mikrokontrolerze. Układy peryferyjne mikrokontrolerów: układy licznikowe. • Układy peryferyjne mikrokontrolerów: moduł przerwań, Watchdog, system zegarowy. • Moduły komunikacji i tryby komunikacji mikrokontrolera z urządzeniami peryferyjnymi. • Układy peryferyjne mikrokontrolerów: przetworniki ADC i DAC. • Sterowniki PLC jako mikroprocesorowe urządzenia elektroniczne. Architektura, dobór sterowników. Adresowanie w sterownikach. • Podstawy konfiguracji stacji i programowania wybranych sterowników. • Sposób organizacji i struktura programu w wybranych sterownikach. • Bloki funkcyjne w wybranych sterownikach. Układy licznikowe, timery w wybranych sterownikach. • Sieci komputerowe. Komunikacja między sterownikami. • Realizacja interfejsu HMI z zastosowaniem paneli operatorskich. • Zajęcia organizacyjne, wprowadzenie do tematyki laboratorium • Podstawy programowania mikrokontrolerów - operacje na bitach • Podstawy programowania mikrokontrolerów - układy licznikowe • Podstawy programowania mikrokontrolerów - przerwania • Asynchroniczna komunikacja w mikrokontrolerach z zastosowaniem modułu USART • Podstawy programowania sterowników PLC - operacje na bitach • Rozszerzenie zakresu instrukcji programowania - liczniki, timery • Realizacja operacji matematycznych realizowanych z użyciem sterowników • Projektowanie i praktyczna realizacja układów sterowania na bazie sterowników PLC - funkcje, bloki funkcyjne • Podstawy programowania w WinCC • Zajęcia zaliczeniowe

Programowane elementy mechatroniczne	K_W04, K_W06, K_U01, K_U04, K_U14, K_U16
--------------------------------------	--

• Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Definicje, podstawowe pojęcia. Struktura mikroprocesora, mikrokontrolera. • Rodzaje pamięci i rejestrów. Układy peryferyjne mikrokontrolerów: układy licznikowe. • Moduły komunikacji i tryby komunikacji mikrokontrolera z urządzeniami peryferyjnymi. • Sterowniki PLC jako mikroprocesorowe urządzenia elektroniczne. Architektura, dobór sterowników. Adresowanie w sterownikach. • Podstawy programowania w Simatic STEP 7. • Sposób organizacji i struktura programu w Simatic STEP 7. • Komunikacja między sterownikami. Podstawy programowania w WinCC. • Zajęcia organizacyjne, wprowadzenie do tematyki laboratorium. • Podstawy programowania mikrokontrolerów - operacje na bitach. • Moduł transmisji szeregowej USART. Obsługa interfejsu RS-232. • Podstawy programowania sterowników PLC - operacja na bitach. • Podstawy programowania sterowników PLC - liczniki. • Podstawy programowania sterowników PLC - timery. • Zajęcia zaliczeniowe.

Programowanie robotów	K_W06, K_U01, K_U04, K_U08, K_U16
-----------------------	-----------------------------------

• Opis zadań kinematyki robotów • Układy odniesienia w robotyce • Składnia języka programowania wysokiego poziomu na przykładzie języka Rapid. • Języki

<p>programowania robotów wysokiego poziomu - podstawowe instrukcje. • Programowanie robotów on-line • Programowanie robotów off-line • Przykłady języków programowania robotów • Omówienie języka Rapid roboty ABB • Przykłady narzędzi inżynierskich do programowania robotów • Oprogramowanie RobotStudio – Roboty ABB • Programowanie robotów ABB w trybie on-line z wykorzystaniem panelu komunikacyjnego • Programowanie robotów ABB w środowisku RobotStudio • Programy dedykowane pod aplikacje: kontrola siły skrawania, klejenie, spawanie itp.</p>	
Robotyka techniczna	K_W04, K_W06, K_U01, K_U04, K_U05, K_U13, K_U14, K_U16
<p>• Symulacje mechaniczne w robotyce • Przekładnie i napędy w robotach przemysłowych i ich symulacje • Kinematyka manipulatorów i robotów. Notacja Denavita - Hartenberga • Dynamika manipulatorów i robotów • Robotyka przemysłowa a rozwiązania krajowe • Robotyzacja a nitowanie w przemyśle lotniczym i motoryzacyjnym • Robotyzacja a zgrzewanie tarciove • Projektowanie stacji zrobotyzowanych • Przyszłość robotyki • Modelowanie, obliczanie i projektowanie różnego rodzaju robotów wraz z doбором sensorów i układów napędowych. • Symulacja działania robota przemysłowego.</p>	
Robotyzacja procesów przemysłowych	K_W04, K_W06, K_U01, K_U04, K_U14, K_U16
<p>• Czynniki sprzyjające robotyzacji. Stan techniki w zakresie przemysłowego wykorzystania robotów na świecie. • Obserwowane trendy na świecie w zakresie zastosowania robotów w różnych obszarach życia człowieka. • Klasyfikacje robotów przemysłowych pod względem ich przeznaczenia do określonych zastosowań. Struktury sprzętowa i programowa robotów. Bezpieczeństwo stacji zrobotyzowanych. • Zespoły wchodzące w skład robotów: mechaniczny, napędowy, pomiarowy, sterujący. • Efekторы robotów przemysłowych. Chwytaiki, narzędzia, systemy wymiany narzędzi. • Komponenty, urządzenia dodatkowe zrobotyzowanych stanowisk przemysłowych. Podajniki, przenośniki, magazyny, źródła energii, układy pomiarowe. • Układy sterowania robotów przemysłowych. Kontrolery robotów przemysłowych. • Uwarunkowania społeczno-ekonomiczne wprowadzenia robotyzacji. Podatność procesów przemysłowych na robotyzację. • Techniczno-organizacyjne warunki wprowadzania robotyzacji. Ekonomiczna efektywność robotyzacji. • Przemysłowe zastosowania robotów. Robotyzacja procesów spawania i zgrzewania; struktura spawalniczych stanowisk zrobotyzowanych. Specyfika działań robotów na stanowiskach spawalniczych. • Robotyzacja operacji łączeniowych:montaż, lutowanie, klejenie, spajanie. Algorytmy wykorzystywane przy wdrażeniu robotów do montażu. • Robotyzacja operacji transportowych i załadunku materiałów. Paletyzacja, obsługa pras, obsługa maszyn. • Robotyzacja procesów powierzchniowych: malowanie, szlifowanie, wygładzanie. Robotyzacja w procesach odlewniczych. • Robotyzacja procesów cięcia. Robotyzacja procesów natryskiwania plazmowego. • Projekt zaawansowanego stanowiska zrobotyzowanego do realizacji wybranego procesu.</p>	
Seminarium dyplomowe	K_W01, K_W11, K_U01, K_U03, K_K03
<p>• Temat pracy dyplomowej, rodzaj pracy, promotor. • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. • Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (teoretyczna, technologiczna, konstrukcyjna, badawczo-doświadczalna). • Pierwsze referowanie pracy. Temat, cel i zakres pracy, harmonogram realizacji pracy, spodziewane wyniki. • Metodyka badań komputerowych i stanowiskowych. • Drugie referowanie pracy. Temat (uszcieslenie lub jego zmiana), cel i zakres pracy. Omówienie uzyskanych wyników, sformułowania wniosków. • Dyskusja studentów i prowadzącego seminarium z</p>	

referentem, dotycząca sposobu referowania i treści pracy. • Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. Sposób referowania pracy w czasie obrony. prezentacja pracy i uzyskanych wyników. Prezentacja wizualna tego, co zrobiono jak również osiągniętych wyników. • Podsumowanie tematyki i zajęć seminaryjnych. Inne spostrzeżenia i zalecenia dotyczące obrony. Zaliczenie seminarium dyplomowego.

Seminarium dyplomowe	K_W01, K_W11, K_U01, K_U03, K_K03
----------------------	-----------------------------------

• Metodologia i metodyka prac badawczych. • Mechatronika samochodów. • Materiały inteligentne w mechatronice. • Technika laserowa i światłowody w mechatronice. • Inteligentne budynki. • Referowanie realizowanych prac dyplomowych.

Sieci komputerowe i bazy danych	K_W01, K_W08, K_U01, K_U04, K_U16
---------------------------------	-----------------------------------

• Wprowadzenie do sieci komputerowych. Polecenia sieciowe systemu Windows. Model referencyjny. • Stos protokołów TCP/IP. Protokoły warstwy aplikacji. • Urządzenia sieciowe. Media transmisyjne. Typy sieci. • Adresacja IPv4. Routing. Protokół TCP i UDP • Protokoły warstwy transportowej (ARP, ICMP) i łącza danych (Ethernet) • Internet Rzeczy jako realizacja Przemysłu 4.0 • Bezpieczeństwo sieci i ściany ogniowe – „Firewall”. Społeczeństwo informacyjne. • Modele baz danych i typy danych. • Relacyjne i obiektowe bazy danych. Metodyka projektowania baz danych. • Systemy zarządzania bazami danych. • Bazy danych w Przemysle 4.0. • Bezpieczeństwo baz danych. • Narzędzia sieciowe w systemie Windows. • Protokoły warstwy aplikacji. Oprogramowanie typu sniffer • Adresacja IPv4 – zadania problemowe. Symulator sieci – Cisco Packet Tracker. Protokoły routingu • Analiza protokołów TCP i UDP w oprogramowaniu typu sniffer. • Analiza protokołów warstwy transportowej i łącza danych • Instalacja i konfiguracja domowej sieci Wi-Fi. • Relacyjne bazy danych z zastosowaniem serwera MySQL • Bazy danych typu NoSQL

Sterowanie robotów	K_W01, K_W06, K_U01, K_U04, K_U05, K_U06, K_U16
--------------------	---

• Wprowadzenie w problematykę sterowania robotami. • Opis ruchu manipulatorów robotów w przestrzeni konfiguracyjnej. • Dynamiczne równania ruchu mobilnych robotów kołowych. • Zagadnienie sterowania manipulatorami robotów, zagadnienie sterowania ruchem mobilnych robotów. • Zadanie sterowania od punktu do punktu (niezależne sterowanie osiami manipulatora), synteza regulatora PD, PID. • Zadanie sterowania od punktu do punktu (sterowanie ruchem mobilnego robota kołowego), synteza regulatora PD, PID. • Nadążne sterownie nieliniowe, linearyzacja sprzężeniem zwrotnym. • Sterowanie ruchem nadążnym manipulatorów. Metoda wyliczanego momentu , sterowanie typu PD+WM, PID+WM, PD+kompensacja sił grawitacji. • Sterowanie ruchem nadążnym mobilnych robotów kołowych. Metoda wyliczanego momentu , sterowanie typu PD+WM. • Zagadnienie niepewności modelowania , układy sterowania o zmiennej strukturze, sterowanie równoważne. • Nadążne sterowanie odporne, synteza odpornego algorytmu sterowania mobilnym robotem kołowym. • Adaptacyjne układy sterowania z adaptacją parametryczną, układy sterowania z modelem odniesienia , przykłady symulacyjne. • Adaptacyjne sterowanie układami nieliniowymi, synteza adaptacyjnego sterowanie ruchem nadążnym robota manipulacyjnego. • Odporne sterownie adaptacyjne układami nieliniowymi, sterowanie mobilnym robotem kołowym. • Sterowanie robotów manipulacyjnych typu pozycja-siła. • Modelowanie równań kinematyki mobilnego robota dwukołowego - zadanie odwrotne kinematyki - symulacja Matlab/Simulink, Maple. • Modelowanie dynamicznych równań ruchu mobilnego robota dwukołowego - zadanie proste i odwrotne dynamiki - symulacja Matlab/Simulink, Maple. • Modelowanie równań kinematyki manipulatora dwuczłonowego - zadanie odwrotne

kinematyki - symulacja Matlab/Simulink, Maple. • Modelowanie dynamicznych równań ruchu manipulatora dwuczłonowego - zadanie proste i odwrotne dynamiki - symulacja Matlab/Simulink, Maple. • Synteza regulatora PD i PID sterowania manipulatorem - symulacja Matlab/Simulink. • Weryfikacja sterowania typu PD i PID - manipulator Scorbot. • Sterowanie ruchem nadążnym manipulatorów - sterowanie PD (PID) + wyliczany moment - symulacja Matlab/Simulink, Maple. • Sterowanie ruchem nadążnym MRK (Pioneer) - sterowanie PD (PID) + wyliczany moment - symulacja Matlab/Simulink, Maple. • Sterowanie ślizgowe i odporne nieliniowym układem drugiego rzędu - symulacja Matlab/Simulink. • Sterowanie odporne mobilnym robotem kołowym - symulacja Matlab/Simulink. • Sterowanie adaptacyjne układem nieliniowym - symulacja Matlab/Simulink. • adaptacyjne sterowanie ruchem nadążnym robota manipulacyjnego - symulacja Matlab/Simulink.. • Zaliczenie laboratorium.

Sygnały i systemy dynamiczne	K_W06, K_U01, K_U04, K_U05, K_U06, K_U16
------------------------------	--

• WProcesy deterministyczne i stochastyczne oraz ich opisy matematyczne. wiadomości wstępne. Budowa systemów wizyjnych, realizacje sprzętowe, aplikacje przemysłowe • Funkcje opisujące procesy oraz związki między procesami: funkcja korelacji własnej i wzajemnej, funkcja gęstości widmowej mocy i gęstości widmowej wzajemnej, transmitancja widmowa i operatorowa, funkcja koherencji. • Transformacja Fouriera. Warunki Dirichleta istnienia transformaty Fouriera. Wybrane własności przekształcenia Fouriera. • Sygnał cyfrowy. Szumy kwantowania. Wzór Shannona. Dyskretna transformacja Fouriera. • Transformacja z oraz dyskretne modele dynamiczne obiektów. • Metody identyfikacji dyskretnych modeli dynamicznych. • Zasady doboru postaci modelu, dynamicznego systemu technicznego. • Identyfikacja systemów technicznych ze sprzężeniem zwrotnym. • Podstawy statystyki matematycznej. • Procesy deterministyczne i stochastyczne oraz ich opisy matematyczne. • Funkcje opisujące procesy oraz związki między procesami: funkcja korelacji własnej i wzajemnej, funkcja gęstości widmowej mocy i gęstości widmowej wzajemnej, transmitancja widmowa i operatorowa, funkcja koherencji. • Sygnał cyfrowy. Szumy kwantowania. Wzór Shannona. • Dyskretna transformacja Fouriera. Badanie własności przekształcenia Fouriera. • Modele statycznych systemów technicznych. • Transformacja z oraz dyskretne modele dynamiczne obiektów. • Identyfikacja dyskretnych modeli dynamicznych. • Identyfikacja systemów technicznych ze sprzężeniem zwrotnym.

Symulacje komputerowe w projektowaniu	K_W04, K_W07, K_W08, K_U01, K_U04, K_U05, K_U13, K_U14, K_U16
---------------------------------------	---

• Wirtualny prototyp - charakterystyka, zakres zastosowania w procesie projektowania systemów mechatronicznych. • Istota symulacji. Przykłady symulacji komputerowych. Analiza wyników symulacji i ich wykorzystanie w procesie projektowania • Struktura systemu CAD - CATIA. Charakterystyka podstawowych modułów wykorzystywanych do budowy wirtualnych prototypów i realizacji symulacji • Strategie projektowania zespołów. Zasady modelowania zespołów w systemie CATIA. Analiza powiązań, skojarzeń, przepływu informacji pomiędzy elementami struktury zespołu. • Zastosowanie formuł, reguł sprawdzeń w modelowaniu w systemie CATIA. Stosowanie bibliotek elementów standardowych. • Metody modelowania mechanizmów w systemie CATIA. Charakterystyka modułu DMU Kinematic Simulator • Symulacje z użyciem komend. Symulacje z zastosowaniem formuł i reguł. • Rodzaje analiza mechanizmów. Sposoby wykorzystania ich wyników • Wprowadzenie do modułu Part Design - interfejs, narzędzia programowe, operowanie widokiem, reprezentacje modelu. Drzewo struktury modeli. Podstawowe operacje tworzenia modeli bryłowych części maszyn. (Kostka, Foremka) •

Zasady tworzenia prawidłowych profili w szkicowniku. Więzy geometryczne i wymiarowe, wewnętrzne i zewnętrzne. Analiza szkicu, poprawianie. Wielokrotne zastosowanie szkicu o wielu profilach, wydzielanie elementów profili. Zastosowanie parametrów i formuł. Animacja profilu - symulacja płaskich mechanizmów. Automatyzacja nakładania więzi. Edycja więzi skomplikowanych profili. Szkic pozycjonowany. Kopiowanie szkicu na inną płaszczyznę i jego orientacja. Edycja więzi - reconnect. (Profil, Mechanizm) • Tworzenie dokumentacji technicznej - rysunku wykonawczego części maszynowej. Moduł Drafting. Tworzenie rzutów prostokątnych, przekrojów, widoków szczegółów itd. Wymiarowanie i opisywanie rysunków. Tworzenie widoków aksonometrycznych z podkładem rastrowym. i symbolicznym wymiarowaniem. Sterowanie aktywnością rzutni (Wspornik)./ Import parametrów z Excela. Zastosowanie formuł i reguł. (Śruba, Nakrętka) • Tworzenie modeli części osiowo-symetrycznych. Zastosowanie profili otwartych. Szyk i transformacje (Tuleja). Modelowanie hybrydowe (Łącznik , Śruba) • Modele wielobryłowe (Dźwignia, Kolanko) • Moduł Assembly Design. Zasady tworzenia więzi montażowych. Drzewo struktury zespołu. Tworzenie zespołu metodą "bottom up". Analiza stopni swobody, wstępna analiza kolizji. Tworzenie przekrojów na modelu 3D. Manualna symulacja ruchu elementów zespołu. • Skeleton based modeling - drzewo struktury, organizacja przepływu informacji. Kopiowanie parametrów oraz geometrii. Analiza skojarzeń - links. Publikowanie. (Mydelniczka) • Modelowanie metodą "top down". Przygotowanie specyfikacji części, właściwości plików części. Tworzenie rysunku złożeniowego wraz z wykazem części. Sterowanie właściwościami części w rzutniach - kreskowanie przekrojów , widoczność. (Sprzęgło Oldhama) • Modelowanie metodą "Top down" z parametryzacją i publikowaniem parametrów. Automatyzacja tworzenia wariantów. (Sprzęgło Cardana) • Zaliczenie z zakresu modelowania zespołów w systemie CATIA • Praca w module DMU Kinematics. Interfejs, narzędzia programowe. Import złożenia ze środowiska Assembly Design i konwersja na mechanizm. Osadzanie części i nakładanie więzi kinematycznych. Symulacja ruchu z użyciem komend. • Modelowanie elementów składowych mechanizmów w środowisku DMU Kinematics. Rodzaje więzi kinematycznych . Tworzenie zespołów. Analiza d.o.f. • Symulacje ruchu mechanizmów z użyciem komend • Symulacje ruchu mechanizmów z zastosowaniem formuł i reguł. • Analiza mechanizmów. Analiza trajektorii, zajmowanej przestrzeni, odległości, kolizji, prędkości i przyspieszeń. • Zaliczenie z zakresu symulacji mechanizmów w systemie CATIA

Systemy CAD	K_W07, K_U01, K_U02, K_U04, K_U05, K_U13, K_U14, K_U16
-------------	--

• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAx • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Element typu kostka. Element typu płytka (ćwiczenie poleceń szkicowania) • Element typu foremka. Element typu wspornik. • Element typu dźwignia. Element typu złączka • Element typu śruba. Element typu kostka mocująca. • Kolokwium zaliczeniowe (moduł bryłowy programu Inventor). • Element typu wyciskacz (modele bryłowe, elementy znormalizowane i złożenie). • Element typu wał maszynowy z łożyskowaniem (modele bryłowe, elementy znormalizowane i złożenie). • Element typu sprzęgło (złożenie). • Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie złożzeń).

Systemy CAM i RP	K_W04, K_W07, K_U01, K_U04, K_U05, K_U13, K_U14, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przyrostowych systemów wytwórczych</li> <li>• Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego</li> <li>• Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przyrostowego wytwarzania prototypów</li> <li>• Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania</li> <li>• Student potrafi przeprowadzić proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie</li> <li>• Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu</li> <li>• Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji</li> <li>• Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów</li> </ul>	
Systemy dynamiczne	K_W06, K_U01, K_U04, K_U05, K_U06, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe, struktura i systematyzacja robotów i manipulatorów</li> <li>• Struktura manipulatorów i robotów</li> <li>• Systematyzacja robotów i manipulatorów</li> <li>• Kinematyka manipulatorów</li> <li>• Współrzędne jednorodne</li> <li>• Przekształcenie jednorodne</li> <li>• Zadanie proste kinematyki</li> <li>• Zadanie odwrotne kinematyki</li> <li>• Zadanie odwrotne kinematyki. Metoda macierzowa</li> <li>• Zadanie odwrotne kinematyki. Metoda wektorowa</li> <li>• Zadanie odwrotne kinematyki. Metoda iteracyjna</li> <li>• Zadanie planowania trajektorii manipulatora</li> <li>• Statyka manipulatorów</li> <li>• Podstawy modelowania układów wielociałowych</li> <li>• Rozkład masy członu</li> <li>• Równania Newtona-Eulera</li> <li>• Równania Lagrangea II rodzaju</li> <li>• Manipulatory równoległe</li> <li>• Chwytki manipulatorów i robotów</li> <li>• Zadanie proste dynamiki</li> <li>• Zadanie odwrotne dynamiki</li> <li>• Modelowanie układów mobilnych</li> <li>• Zadania kinematyki robotów mobilnych</li> <li>• Zadania dynamiki robotów mobilnych</li> <li>• Podstawy identyfikacji modeli</li> <li>• Własności modeli matematycznych układów mechanicznych</li> <li>• Metody weryfikacji modeli matematycznych</li> <li>• Implementacje modeli mechanicznych w technice</li> <li>• Modelowanie z wykorzystaniem narzędzi zawierających elementy sztucznej inteligencji - sieci neuronowe</li> <li>• Modelowanie z wykorzystaniem narzędzi zawierających elementy sztucznej inteligencji - logika rozmyta</li> <li>• Zadanie planowania trajektorii</li> <li>• Przekształcenie jednorodne</li> <li>• Zadanie proste kinematyki</li> <li>• Zadanie odwrotne kinematyki</li> <li>• Zadanie planowania trajektorii manipulatora</li> <li>• Statyka manipulatorów</li> <li>• Rozkład masy członu</li> <li>• Równania Newtona-Eulera</li> <li>• Równania Lagrangea II rodzaju</li> <li>• Manipulatory równoległe</li> <li>• Funkcje chwytaka, systematyzacja chwytaków</li> <li>• Zadanie proste dynamiki manipulatora</li> <li>• Zadanie odwrotne dynamiki manipulatora</li> <li>• Zadania kinematyki mobilnego robota</li> <li>• Zadania dynamiki mobilnego robota</li> </ul>	
Technologia informacyjna	K_W01, K_U01, K_U04, K_U05, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy technologii informacyjnej. Określenie podstawowych pojęć. Rodzaje komputerów. Środowisko systemu operacyjnego. Ważne daty w rozwoju techniki informatycznej. Przegląd oprogramowania użytkowego. Zasady obchodzenia się ze sprzętem komputerowym. Reprezentacja danych w komputerach, sposoby zapisu znaków, liczb, obrazów, itp. Budowa i działanie komputerów. Logika binarna. Architektura systemu komputerowego. Budowa i działanie jednostek centralnych. Mikroprocesory typu CISC i RISC. Przetwarzanie równoległe (wektorowe) i potokowe, superskalarność. Typy pamięci komputerowych (RAM, ROM). Pamięci zewnętrzne komputerów. Urządzenia wejścia/wyjścia. Oprogramowanie wewnętrzne. Rola i zadania EFI (BIOS).</li> </ul>	

Sekwencja startowa komputera. Podstawowe zagadnienia związane z konfiguracją UEFI (BIOS). Komunikaty błędów POST. Alternatywne programy startowe komputerów. Oprogramowanie systemowe komputerów. Systemy operacyjne. wielodostępność, wielozadaniowość, wielowątkowość. Polecenia systemowe, przetwarzanie wsadowe. Proces uruchamiania systemu operacyjnego. Rodzaje systemów operacyjnych. Architektura systemów operacyjnych typu Windows. Systemy plików. Upewnienia użytkowników. Uruchamianie programów i zarządzanie pamięcią operacyjną. Konfiguracja systemu. Architektura systemów typu Unix. Instalowanie systemu operacyjnego. Systemy plików, partycjonowanie dysku. Multimedia w komputerze. Sprzęt wymagany do multimediów. Powszechnie używane formaty plików medialnych. Budowa i działanie karty graficznej, monitora komputerowego. Standardowe rozdzielczości monitorów komputerowych. Karty dźwiękowe. Napędy optyczne. Cyfrowe wideo. Najnowsze tendencje w rozwoju narzędzi multimedialnych. Podstawy działania sieci. Protokoły sieciowe. Architektura sieci TCP/IP. Topologia sieci. Urządzenia transmisyjne. Przegląd usług sieciowych (Zdalny dostęp. Usługi katalogowe. Poczta. Drukowanie. Udostępnianie plików. FTP. Usługi WWW.) Rozwiązywanie nazw domen. Bezpieczeństwo informacji. Zasady bezpieczeństwa systemu operacyjnego. Bezpieczeństwo pracy w sieci. Źródła zagrożeń dla bezpieczeństwa danych. Szkodliwe oprogramowanie. Standardy nazw użytkowników i haseł. Prawidłowe niszczenie poufnych informacji zapisanych na nośnikach komputerowych. Szyfrowanie danych. Programy antywirusowe. Ściany ogniowe. Programy do wykrywania programów szpiegujących. Algorytmika. Pojęcie algorytmu. Reprezentacja algorytmu. Znajdowanie algorytmu. Struktury iteracyjne oraz rekurencyjne. Efektywność i poprawność algorytmów. Program komputerowy, kod maszynowy, asembler. Maszyna Turinga. Złożoność obliczeniowa algorytmów. Klasy problemów. Rozwiązywalność problemów. Problemy NP-zupełne. Rekurencja. Struktury danych. Listy, stosy, kolejki, drzewa. Struktury plikowe. Bazy danych Języki programowania Charakterystyka języków programowania wysokiego poziomu. Słowa kluczowe, identyfikatory, literały, komentarze, stałe, zmienne, typy, definicje i deklaracje. Budowa programu. Podprogramy. Programowanie obiektowe. Asemblacja, kompilacja, interpretacja programów. Dołączanie funkcji bibliotecznych. Biblioteki statyczne i dynamiczne. Testowanie programów. Typy błędów programów. Podstawowe algorytmy. Wyszukiwanie i sortowanie. Algorytmy numeryczne. Przetwarzanie równoległe i współbieżne. Podstawowe programy użytkowe. Typy plików. Formaty zapisu tekstów. Charakterystyka pakietów biurowych typu Office. Edycja tekstu. Wykorzystanie arkuszy kalkulacyjnych. Filozofia zarządzania danymi. Obsługa baz danych: wprowadzanie i wyprowadzanie danych, tworzenie formularzy, zapytań, raportów. Pakiety obliczeń inżynierskich. Podstawowe funkcje i obszary zastosowań pakietów: Matlab/Simulink, Scilab. • Reprezentacja danych w komputerach. Zasady kodowania znaków. Formaty zapisu liczb. Zapis liczb w systemach: binarnym, szesnastkowym, ósemkowym. Arytmetyka binarna. Format zmiennoprzecinkowy zapisu liczb. Logika binarna. Algebra Boole'a. Bramki logiczne. Układy kombinacyjne. Układy sekwencyjne. Elementy algorytmiki. Zapis algorytmów za pomocą bloków oraz wybranych języków programowania. Analiza podstawowych algorytmów.

Teoria sterowania	K_W01, K_W06, K_U01, K_U04, K_U05, K_U06, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie przestrzeni stanów, modele matematyczne, formalizm matematyczny Newtona, Lagrange'a, układy liniowe ciągłe, opis w przestrzeni stanów.</li> <li>• Równanie charakterystyczne, wartości własne, odpowiedź układów stacjonarnych, odpowiedź swobodna, całka splotowa, zastosowanie pakietu Maple w wyznaczaniu odpowiedzi układów.</li> <li>• Szybkie prototypowanie w projektowaniu mechatronicznym.</li> <li>• Sterowalność i</li> </ul>	

obserwowalność układów dynamicznych. • Ruch układów dynamicznych w przestrzeni stanów, analiza ruchu układu drugiego rzędu w funkcji wartości własnych • Badanie stabilności układów dynamicznych, stan równowagi układów liniowych i nieliniowych, bezpośrednia metoda Lapunowa • Funkcja Lapunowa, twierdzenie Lapunowa lokalnej stabilności, numeryczna analiza stabilności z zastosowaniem pakietu Maple. • Metody przestrzeni stanów syntezy układów liniowych stacjonarnych, synteza układów o zadanych z góry wartościach własnych przy dostępnym wektorze stanu. • Obserwatory stanu i ich zastosowanie do syntezy liniowych układów stacjonarnych. • Układy liniowe dyskretne(impulsowe), pojęcia podstawowe, funkcje dyskretne, równania różnicowe. • Przekształcenie Z – definicja i właściwości, transmitancja dyskretna. • Opis układu dyskretnego w przestrzeni stanów i wybór zmiennych stanu, rozwiązywanie równań różnicowych, symulacje Matlab, Maple. • Stabilność układów dyskretnych, zastosowanie metody Lapunowa do badania i projektowania układów dyskretnych • Synteza układów dyskretnych, synteza o zadanych biegunach układu zamkniętego. • Metody sterowania układami nieliniowymi • Zajęcia organizacyjne. Modelowanie układów dynamicznych w przestrzeni stanów. • Symulacja w Simulink-u i Maple-u układów opisanych w przestrzeni stanów. • Badanie charakterystyk dynamicznych układów z zastosowaniem pakietu Maple. • Prototypowanie własności dynamicznych modułu napędowego mobilnego robota . • Badanie stabilności bezpośrednią metodą Lapunowa , numeryczna analiza stabilności pakietem Maple. • Synteza i symulacja układów sterowania o zadanych z góry wartościach własnych przy dostępnym wektorze stanu. • Prototypowanie układu sterowania modułem napędowym . • Prototypowanie obserwatora stanu modułu napędowego mobilnego robota kołowego. • Symulacja układu dyskretnego opisanego w przestrzeni stanów, pakiet MatlabSimulink, Maple • Badanie stabilności Lapunowa układów dyskretnych, pakiet MatlabSimulink, Maple • Regulacja impulsowa modułu napędowego metodą szybkiego prototypowania • Zaliczenie laboratorium.

Termodynamika

K\_W03, K\_W09, K\_U01, K\_U04, K\_U06,  
K\_U16

• Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: Energia, formy energii, przekształcenia energii; Substancja, ilość substancji, liczba Avogadra; Zamknięty i otwarty system termodynamiczny; Stan termodynamiczny, znamiona termodynamiczne, ciśnienie, temperatura, funkcje stanu, równowaga, Zerowa Zasada Termodynamiki; Przemiana termodynamiczna, zjawiska quasi-statyczne, proces termodynamiczny, funkcje przemiany i obieg termodynamiczny. • System substancji czystej: substancja czysta, faza; Oddziaływania molekuł, stany skupienia, analiza zjawiska izobarycznego, stan nasycenia, stopień suchości, punkt krytyczny, punkt potrójny, wykresy T-v, P-v, P-T; Opis stanu - para mokra, para przegrzana, gaz, gaz rzeczywisty – gaz doskonały; Równanie stanu, równanie Clapeyrona, prawo Awogadro, indywidualna i uniwersalna stała gazowa, współczynnik ściśliwości, równanie van der Waalsa, parametry zredukowane, prawo stanów odpowiednich, inne równania stanu, stała Boltzmanna. • Zasada Zachowania Energii: Działania termiczne, ciepło, system adiabatyczny, wymiana ciepła, przewodzenie, prawo Fouriera, równanie przewodzenia jednowymiarowego, konwekcja, prawo Newtona, konwekcja swobodna i wymuszona, przenikanie ciepła, promieniowanie termiczne, emisja i absorpcja promieniowania, wewnętrzne źródła ciepła; Działania mechaniczne, praca mechaniczna, praca granicy systemu, niemechaniczne formy pracy; I Zasada Termodynamiki; Bilans energetyczny układu przepływowego, entalpia, praca techniczna. • Energia cieplna i entalpia: Ciepło właściwe gazów - rzeczywistych, półdoskonałych i doskonałych; związek między ciepłami właściwymi; ciepło molowe gazów wg teorii kinetycznej; Przemiany gazów doskonałych: przemiana politropowa, politropa techniczna, charakterystyczne przemiany gazowe, ich wykresy w układzie P-v, stan

termodynamiczny w przemianach, praca i ciepło przemian charakterystycznych; Obiegi: praca i ciepło obiegu, obiegi lewo i prawobrzeżne - właściwości i funkcje, silniki cieplne, pompy ciepła, sprawność i współczynnik efektywności obiegu. • Procesy odwracalne i nieodwracalne, źródła nieodwracalności, praca w procesach odwracalnych i nieodwracalnych, odwracalny cykl Carnota, sprawność obiegów nieodwracalnych, jakość energii, termodynamiczna skala temperatury; II Zasada Termodynamiki: silniki cieplne – sformułowanie Kelvina-Plancka, pompy cieplne – sformułowanie Clausiusa, perpetuum mobile; Entropia i jej właściwości: nierówność Clausiusa, definicja entropii, zmiana entropii systemu, bilans entropii - przenoszenie i generowanie entropii, układ T-s, zasada wzrostu entropii, fizyczny sens entropii, zastosowania pojęcia entropii; Układ T-s dla gazów doskonałych: entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne, przemiana izentropowa. • Gazowe urządzenia energetyczne: obiegi porównawcze, techniczne znaczenie obiegu Carnota; Silniki: silniki tłokowe – obiegi: Otto–Beau de Rochas, Diesla, Seiligera–Sabathe, silniki przepływowe – obiegi: Braytona-Joule`a, Humphreya, regeneracja i carnotyzacja obiegów – obiegi: Braytona-Joule`a, Ericsona, Stirlinga; Pompy cieplne - obieg Joule`a. • Wprowadzenie, BHP, analiza błędu pomiaru i szacowanie niepewności pomiarowej. • Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów, cechowanie mikromanometrów. • Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury, cechowanie termometrów. • Pomiar ilości substancji - masa, objętość, objętość właściwa. • Wyznaczanie zależności temperatury parowania wody od ciśnienia. • Wyznaczanie wykładnika adiabaty gazów półdoskonałych. • Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych.

Układy pomiarowe w robotyce	K_W09, K_U01, K_U04, K_U06, K_U10, K_U11, K_U16
-----------------------------	---

• Sensory w robotyce: enkodery, rezolwery, czujniki indukcyjne, czujniki krańcowe, czujniki laserowe. • Bezdotykowe pomiary drgań kamerami, akwizycja obrazu, technologia wzmocnienia ruchu. • Pomiar przyspieszenia. Elementy i dobór toru pomiarowego. Rodzaje przetworników przyspieszenia. Parametry przetworników przyspieszenia. Sposoby mocowania czujników i ich wpływ na pasmo przenoszenia czujnika. Filtracja sygnałów przyspieszeń. • Pomiar ciśnienia akustycznego. Elementy i dobór toru pomiarowego. Rodzaje przetworników ciśnienia akustycznego. Parametry przetworników ciśnienia akustycznego. Analiza sygnałów akustycznych. • Pomiary sił w robotyce. • Pomiary geometryczne 2D. • Pomiary geometryczne 3D trackerem laserowym. • Pomiary geometryczne 3D z wykorzystaniem światła strukturalnego. • Akwizycja i filtracja obrazów. • Zrobotyzowane systemy wizyjne w pomiarach geometrycznych. • Wizyjne pomiary pozycji i orientacji obiektów.

Układy wizyjne	K_W06, K_W09, K_U01, K_U04, K_U16
----------------	-----------------------------------

• Wiadomości wstępne. Budowa systemów wizyjnych, realizacje sprzętowe, aplikacje przemysłowe • Akwizycja obrazu, wstępna filtracja obrazu • Segmentacja oraz indeksacja obrazu • Analiza wybranych współczynników kształtu obiektów • Optyka systemów wizyjnych • Algorytmy rozpoznawania obiektów o zdefiniowanym kształcie • Pomiary z wykorzystaniem systemów wizyjnych. Pomiary przemieszczenia, prędkości kąta obrotu. • Systemy wizyjne w robotyce. • Wiadomości wstępne. Prezentacja oraz omówienie urządzeń wykorzystywanych podczas zajęć laboratoryjnych, BHP na stanowisku pracy. • Nauka obsługi oraz prezentacja możliwości oprogramowania dostępnego w Katedrze, wykorzystywanego podczas zajęć laboratoryjnych uEye, Toolboxes Image Processing oraz Image Acquisition, PicMaster. • Akwizycja obrazu, zestawienie torów pomiarowych z wykorzystaniem oprogramowania Image Acquisition, kamer. Algorytmy przetwarzania obrazów, przygotowanie pozyskanego obrazu do analizy w systemach wizyjnych

(oprogram. Image Processing). • Segmentacja oraz indeksacja obrazu na wybranych przykładach. • Analiza wybranych współczynników kształtu obiektów. • Omówienie i zaprezentowanie dwóch przemysłowych systemów wizyjnych: zestawu ISD (dedykowany zestaw optyczny, kamera, oprogramowanie), oraz zestawu kamera analogowa karta przechwytywania obrazu (frame grabbers), oprogramowanie. • Algorytmy rozpoznawania obiektów o zdefiniowanym kształcie na przykładzie obiektu okrągłego • Pomiar z wykorzystaniem systemów wizyjnych. TK15.1 Pomiar przemieszczenia. TK15.2 Pomiar prędkości TK15.3 Pomiar kątów w zadanej figurze geometrycznej. TK15.4 Pomiar kąta obrotu. • Systemy wizyjne w robotyce na przykładzie wizyjnego sterowania robotem mobilnym oraz manipulatorem IRB340.

WF 1	K_K04
------	-------

• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m).

WF 2	K_K04
------	-------

• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: - zanurzanie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopienie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem.

Wybrane zagadnienia z wytrzymałości materiałów i MES	K_W01, K_W07, K_U01, K_U04, K_U05, K_U06, K_U13, K_U14, K_U16
--	---

• Wprowadzenie, obiekt fizyczny, model matematyczny, rozwiązanie numeryczne • Macierz sztywności elementu, globalna macierz sztywności, warunki brzegowe - pręty • Element belkowy, funkcje kształtu, obciążenia kinematycznie równoważne • Podstawowe równania teorii sprężystości, element płaski prostokątny • Koncepcja elementu izoparametrycznego • Rozwiązywanie układów równań algebraicznych, całkowanie numeryczne, kwadratura Gaussa • Płyty, czterowęzłowy prostokątny niedostosowany element płytowy 12 DOF • Warunki zbieżności rozwiązania, drgania swobodne, konsystentna i skupiona macierz mas • Analiza ciał nieściśliwych, macierz sztywności

elementu u/p • Problemy nieliniowe, nieliniowości geometryczne i fizyczne, metoda Newtona-Raphsona • Stacjonarne przepływy ciepła, dyskretyzacja elementami skończonymi • Przepływy płynów, potencjał prędkości, rodzaje przepływów, dyskretyzacja MES • Podstawowe sformułowania problemów mechaniki – sformułowanie różniczkowe, wariacyjne, zasada prac wirtualnych, ogólne sformułowanie przemieszczeniowej wersji MES • Rozwiązywanie liniowych i nieliniowych problemów mechaniki ciała stałego w programie ABAQUS

Wytrzymałość materiałów

K\_W01, K\_U01, K\_U04, K\_U16

• Siły wewnętrzne i zewnętrzne, elementy wysiłku przekroju, pojęcie naprężenia, odkształcenia, prawo Hooke’a, wykresy rozciągania, pojęcie naprężeń dopuszczalnych • Analiza pręta statycznie wyznaczalnego, ściskanie – rozciąganie, rozkład sił wewnętrznych, przemieszczeń, warunek wytrzymałościowy, warunek sztywnościowy, analiza pręta hiperstatycznego – metoda ciągłości odkształceń • Uproszczona analiza płaskiego stanu naprężeń, koło Mohra, uogólnione prawo Hooke’a • Zbiorniki cienkościennie wzór Laplace’a • Skręcanie prętów o przekroju kołowym zwartym, rozkład sił wewnętrznych, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, pręty hiperstatyczne • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących • Hipotezy wyężeniowe, wytrzymałość złożona: zginanie ze skręcaniem, zginanie z udziałem sił poprzecznych • Wyboczenie, wzór Eulera, wyboczenie niesprężyste, prosta Tetmajera • Energia sprężysta, twierdzenie Castigliano, twierdzenie Menabrei • Metoda Maxwella-Mohra, metoda całkowania graficznego Wereszczagina • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Rura pod ciśnieniem wewnętrznym, wirujący krążek

Język obcy - lektorat z języka angielskiego

K\_U01, K\_U03, K\_U04, K\_U15, K\_U16

• Poziom B2 niższy: Organizacje – role i obowiązki wewnątrz organizacji; innowacyjność w firmie • Komunikacja podczas pierwszego spotkania; pogawędka/łamanie lodu; marki i marketing; • Komunikacja w zespole; prezentacje; formalne i pół-formalne maile. • Poziom B2 wyższy: Kultura korporacyjna; utrzymanie pracowników w firmie; budowanie relacji • Prezentowanie siebie; szkolenia i rozwój. • Strategie HR; komunikacja w zespole; prowadzenie spotkań. • Poziom C1: Innowacje w biznesie; innowacyjne myślenie; perswadowanie. • Angażowanie się podczas prezentacji; Gospodarka o obiegu zamkniętym i liniowym. • Cykl życia produktów; klarowanie informacji; efektywne spotkania. • Poziom B2 niższy: Poszukiwanie pracy; rozmowa o pracę. • List motywacyjny; strategie biznesowe; analiza czynników podczas planowania w biznesie. • Rozwiązywanie problemów; raportowanie przyczyn i skutków. • Poziom B2 wyższy: Finanse i kryzysy ekonomiczne; rywalizacja w biznesie; reagowanie na złe wiadomości. • Klarowanie informacji; raportowanie; technologia w biznesie. • Radzenie sobie z trudnym rozmówcą; negocjacje; propozycje biznesowe. • Poziom C1: Finanse i inwestycje finansowe; kwestionowanie faktów; rozpatrywanie opcji. • Analiza budżetu; innowatorzy/prekursorzy w biznesie. • Rozwiązywanie problemów; raportowanie i planowanie. • Poziom B2 niższy: Logistyka; sprzedaż internetowa; komunikacja podczas współpracy. • Negocjacje; zażalenia; przedsiębiorczość/prowadzenie firmy. • Wywieranie wpływu na ludzi; przedstawianie faktów i danych. • Poziom B2 wyższy: Kultura korporacyjna; utrzymanie pracowników w firmie; budowanie relacji. • Prezentowanie siebie; szkolenia i rozwój. • Strategie HR; komunikacja w zespole; prowadzenie spotkań. • Poziom C1: Strategie marketingowe; perswazja; prezentowanie danych. • Budowanie relacji w oparciu o zaufanie; branża turystyczna. • Kontakty w biznesie; urozmaicenie prezentacji opowiadaniem, korespondencja w biznesie. • Poziom B2 niższy: Różnice kulturowe; praca za granicą; podejmowanie decyzji. • Budowanie relacji; rekomendacje/sugestie; przywództwo. • Informacje zwrotne – udzielanie i przyjmowanie;

prowadzenie spotkań. • Poziom B2 wyższy: Zarządzanie czasem; nagłe zdarzenia. • Trudne negocjacje; email z uzasadnieniami; zarządzanie zmianami. • Coaching i mentoring; burza mózgów. • Poziom C1: Konflikt w pracy; dawanie wsparcia; mediacje. • Raportowanie konfliktów w pracy; sposoby myślenia w biznesie. • Ewaluacja pracownika; samoocena.

Język obcy - lektorat z języka francuskiego

K\_U01, K\_U03, K\_U04, K\_U15, K\_U16

• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązania problemów, udzielanie rad. • Wyrażanie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif” w wyrażaniu celu. • Zasady ruchu drogowego- nakazy i zakazy. • Pytania w mowie zależnej. • Wybór zawodu, uzasadnienie wyboru. • Wyrażanie przyczyny. • Mieszkanie w kraju i za granicą, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki”. • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nieregularnych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażanie przyzwolenia. • Emigracja i mobilność, wyrażanie opinii. • „Le savoir-vivre” zasady dobrego wychowania. • Wypada/ nie wypada podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przeczenie- podsumowanie. • Wyrażanie zakazu. • Wyrażanie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo związane z ekologią. • Nasze zachowania ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażenia czasowe. • Emeryci kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postrzeganiu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wizja rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały nasze życie. • Wyrażanie hipotezy i warunku. • Rozwiązania ekologiczne w skali miasta, regionu, kraju. • Przyjaciel idealny; stopień najwyższy przymiotnika. • Współcześni idole. • Prezentacja ulubionej postaci. • Pasje w naszym życiu. • Zgodność czasów w opowiadaniu. • Globalizacja, skutki pozytywne i negatywne. • Konstrukcje czasownikowe z bezokolicznikiem. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu. • Telefon komórkowy piekło czy raj? • Gdzie kończy się Europa?- informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje zdań- wyrażanie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.

Język obcy - lektorat z języka niemieckiego

K\_U01, K\_U03, K\_U04, K\_U15, K\_U16

• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawiązywanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność twórczego wykorzystania internetowych zasobów w uczeniu się języka obcego, nawigowanie w sieci. Przysłówki czasu. • Biznesowe spotkania w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partykuły modalne. • Planowanie i organizacja uroczystości. • Zaproszenia ustne i pisemne, uzgadnianie terminu spotkania. Rekcja czasowników. Przysłówki zaimkowe w pytaniach i odpowiedziach. • Etapy historii Niemiec po 1945 roku. Praca z filmem - „Oktoberfest”. • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posiłek biznesowy, quiz ze znajomości etykiety. • Prezentacja, cechy dobrej prezentacji. • Przygotowanie prezentacji produktu. • Planowanie urlopu, oferty biur podróży. Przypuszczenia - czasownik „werden + wohl” + bezokolicznik • Zakwaterowanie, noclegi - ocena hotelu, opinie na stronie internetowej. Zdania względne, zaimki względne. • Komunikacja miejska w krajach niemieckojęzycznych. • Podróże i pojazdy przyszłości. Czas przyszły „Futur I”. • Praca z filmem - podróże marzeń. • Organizacja konferencji,

wybór hotelu, korespondencja służbowa. • Rynek mieszkaniowy, różne formy zamieszkiwania. Rzeczowniki złożone. • Wspólnota mieszkaniowa, akademik. Poszukiwanie mieszkania, ogłoszenia. Przyimki określenia czasu. • Pokój studencki, wyposażenie, opis funkcji poszczególnych mebli i przedmiotów. • Zamiana mieszkań na okres wakacji. Szyk wyrazów w zdaniu głównym. • Dom wielopokoleniowy. • Biuro, wyposażenie, przyjazny klimat. • Wspólnota mieszkaniowa ludzi biznesu, wady i zalety. • Co nas fascynuje w elektryczności? Prezentowanie wykonywanego zawodu - praca z filmem. • W dziale serwisu. Idealne miejsce pracy. Tryb przypuszczający. • Ogłoszenia o pracę, życiorys. • Różne metody poszukiwania pracy- Speed- Dating. Rady i wskazówki dla ubiegających się o pracę. Zdania z „damit” i „um...zu”. • Podanie o pracę, udzielanie informacji na temat swojego wykształcenia i doświadczenia zawodowego. • Small-talk , wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Przeczenia. • Style w muzyce, instrumenty muzyczne, zespoły muzyczne. • Festiwale i koncerty muzyczne w krajach niemieckojęzycznych, kalendarz imprez muzycznych. • Planowanie wspólnego wieczoru, zaproszenie na koncert, pisanie prywatnego maila. • Zespół „Rammstein” - prezentacja zespołu. Uzasadnianie wyboru. Zdania z „denn”, „weil”, „nämlich”, „deshalb”. • Niemiecka muzyka rockowa - praca z filmem. • Przygotowanie prezentacji na temat niemieckiej muzyki rockowej. • Gry planszowe, teleturnieje. Reguły ulubionych gier. Strona bierna. • Co stanowi o dobrym komputerze? Handel elektroniczny, sklep internetowy • Psychologia sprzedaży, interpretowanie zachowań odbiorcy działań marketingowych. Strona bierna z czasownikami modalnymi. • Przyzwyczajenia konsumentów podczas robienia zakupów, identyfikacja różnic w zachowaniu konsumentów. • Dyskusja na temat zakupów online - pozytywy, negatywy. • Zawartość portfela, konto bankowe, karty kredytowe. • Zdobywanie nowych umiejętności, podnoszenie kwalifikacji, oferty kursów, certyfikaty. Dopełniacz rzeczownika. • Zaawansowane techniki wyszukiwania informacji, systemy kształcenia na odległość, platformy edukacyjne. • Wyposażenie nowoczesnego laboratorium językowego. Przyimki określenia miejsca. • System kształcenia w Niemczech - forum dyskusyjne. • Mechatronika-elektronika przyszłości. Zawody techniczne, obsługa i opis sprzętu technicznego, instrukcje obsługi. Przyimki z celownikiem i biernikiem. • Elektronika i jej obszary. Awarie i uszkodzenia urządzeń. Tryb rozkazujący. • Komunikacja jest wszystkim-również w elektronice. Reklamacje - korespondencja mailowa.

Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego

K\_U01, K\_U03, K\_U04, K\_U15, K\_U16

• Wygląd zewnętrzny. • Nazywanie cech charakteru. • Pytanie o dane personalne. • Przetwarzanie i przekazywanie informacji. • Problemy etyczne. • Zaimki osobowe z przyimkiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas teraźniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzeczowniki • Remont mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать • System oświaty w Polsce i w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przyimki: в, на • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dorywczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas teraźniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego. • Redagowanie CV. • Rzeczowniki. • Święta rodzinne. • Nazywanie i opisywanie świąt i uroczystości. • Zaimki dzierżawcze. • Członkowie rodziny, koledzy i przyjaciele. • Czas wolny i styl życia • Czasowniki zwrotne. • Stosunki między ludźmi. Przysłówki miejsca i kierunku. • Artykuły spożywcze. Nazywanie artykułów spożywczych. • Nazywanie opakowań produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1,2,3,4 w połączeniu z rzeczownikiem i przymiotnikiem. • Opisywanie diet. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Zaimki wskazujące. • Tryb rozkazujący. • Usługi dla ludności. • Kupno i sprzedaż. Czasowniki купить/покупать. • Bank (środki płatnicze). Liczebniki główne. Rzeczownik рубль. • Towary. • Reklama. Przysłówki

stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzeczowniki zakończone na -ий -ия, -ие. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Redagowanie blogu. • Dziedziny sztuki (film). • Gatunki filmowe. • Mass media. • Czas terażniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przyimki w konstrukcjach określających czas i kierunek • Uzależnienia. • Tryb rozkazujący • Nazywanie podstawowych urządzeń technicznych. • Opisywanie czynności związanych z korzystaniem z podstawowych urządzeń technicznych. • Komputer i internet. Nazywanie elementów z dziedziny „Komputer i Internet”. • Flora i fauna. • Nazywanie i opisywanie roślin i zwierząt. • Opisywanie krajobrazu. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękko-tematowe. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękko-tematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacje społeczne i międzynarodowe. • Czas terażniejszy czasowników • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe • Życie społeczne. Zaimek себя. • Wyrażenie друг друга. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michała Bułhakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szukszyn. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Iwana Szyszkina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.

Przedmiot humanistyczny: Budowanie marki osobistej	K_W11, K_U01, K_U04, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03
• Wprowadzenie do personal branding • Autodiagnoza i analiza potencjału • Określenie grupy docelowej i celów komunikacyjnych • Strategia marki osobistej • Wizerunek w środowisku cyfrowym • Autoprezentacja i storytelling • Etyka i autentyczność w budowaniu marki osobistej	
Przedmiot humanistyczny: Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne inżyniera	K_W11, K_U01, K_U04, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03
• Wprowadzenie do komunikacji interpersonalnej • Style i techniki komunikacji • Kompetencje społeczne w relacjach interpersonalnych • Komunikacja w sytuacjach trudnych • Wprowadzenie do negocjacji • Strategie i techniki negocjacyjne • Zastosowanie praktyczne i podsumowanie	

#### 4. Praktyki i staże studenckie

Podstawowym celem praktyki zawodowej jest nabycie umiejętności praktycznych, uzupełniających i pogłębiających wiedzę uzyskaną przez studenta w toku zajęć dydaktycznych na uczelni. Realizacja praktyk stwarza możliwość potwierdzenia i rozwoju kompetencji zawodowych studenta w ramach wybranego kierunku kształcenia i/lub specjalności, zapoznania się z zaawansowanymi

rozwiązaniami technicznymi a także uzyskania wiedzy specjalistycznej i umiejętności jej praktycznego zastosowania, uczestniczenia w realizacji konkretnych projektów i rozwiązywaniu rzeczywistych problemów Praktyki zawodowe dają studentom możliwość poznania specyfiki funkcjonowania firmy a także ukształtowania postaw pożądaných przez pracodawców i współpracowników (właściwej organizacji pracy, sumiennosci i odpowiedzialności za powierzone zadania). Praktyka zawodowa jest traktowana, jako odrębny moduł kształcenia i podlega zaliczeniu. Sposób organizacji praktyki zawodowej określa Zarządzenie Rektora w sprawie zasad organizacji praktyk dla studentów Politechniki Rzeszowskiej. Studenci chcąc poszerzyć swoje doświadczenie zawodowe mogą również odbywać dodatkowe praktyki, w dowolnym wymiarze czasowym. Praktyki dodatkowe mogą być realizowane w trakcie przerwy wakacyjnej.