

Dynamika układów mechanicznych

Podstawowe informacje o zajęciach

Cykl kształcenia:	2023/2024
Nazwa jednostki prowadzącej studia:	Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Nazwa kierunku studiów:	Inżynieria mechaniczna
Obszar kształcenia:	nauki ścisłe/techniczne
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Poziom studiów:	pierwszego stopnia
Forma studiów:	stacjonarne
Specjalności na kierunku:	Komputerowo zintegrowane wytwarzanie, Materiały konstrukcyjne, Pojazdy samochodowe, Programowanie maszyn CNC
Tytuł otrzymywany po ukończeniu studiów:	inżynier
Nazwa jednostki prowadzącej zajęcia:	Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki
Kod zajęć:	16478
Status zajęć:	obowiązkowy dla programu Komputerowo zintegrowane wytwarzanie, Materiały konstrukcyjne, Pojazdy samochodowe, Programowanie maszyn CNC
Układ zajęć w planie studiów:	sem: 4 / W15 L30 / 3 ECTS / Z
Język wykładowy:	polski
Imię i nazwisko koordynatora:	dr hab. inż. prof. PRz Piotr Gierlak

Cel kształcenia i wykaz literatury

Główny cel kształcenia:

Celem kształcenia jest opanowanie przez studentów podstawowych wiadomości, umiejętności i kompetencji z zakresu dynamiki układów mechanicznych, obejmujące w szczególności metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne.

Ogólne informacje o zajęciach:

Zajęcia prowadzone są w formie wykładów i laboratoriów. Podczas wykładów przedstawiana jest podstawowa wiedza dotycząca metod i technik stosowanych w dynamice układów mechanicznych. Wiedza na temat metod i technik jest podana w takiej formie, aby mogła być wprost wykorzystana podczas realizacji zajęć laboratoryjnych. Podczas laboratoriów studenci mają do dyspozycji stanowiska dydaktyczne (jedno stanowisko na dwie osoby) składające się m.in. z maszyn wirnikowych z czujnikami drgań oraz systemu akwizycji danych. Studenci samodzielnie przeprowadzają eksperymenty pomiarowe, przetwarzają dane pomiarowe oraz dokonują ich analizy. Ponadto studenci wykorzystują stanowisko badawczo-dydaktyczne do modelowania i analizy uszkodzeń, układ do pomiaru hałasu, kamerę do rejestracji i analizy drgań. Studenci nabywają umiejętności opisu dynamiki układów mechanicznych, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk drganiowych, oraz umiejętności prowadzenia badań eksperymentalnych dot. dynamiki układów.

Materiały dydaktyczne:

Wykłady i instrukcje do zajęć laboratoryjnych są dostępne na stronie wizytówce koordynatora

Wykaz literatury, wymaganej do zaliczenia zajęć

Literatura wykorzystywana podczas zajęć wykładowych

1	Giergiel J.	Drgania mechaniczne układów dyskretnych. Teoria, przykłady, zadania	Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.	2004
---	-------------	---	---	------

Literatura wykorzystywana podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/innych

1	Józef Nizioł	Metodyka rozwiązywania zadań z mechaniki	PWN Warszawa.	2017
---	--------------	--	---------------	------

Literatura do samodzielnego studiowania

1	Józef Nizioł	Metodyka rozwiązywania zadań z mechaniki	PWN Warszawa.	2017
---	--------------	--	---------------	------

Wymagania wstępne w kategorii wiedzy/umiejętności/kompetencji społecznych

Wymagania formalne:

Student zarejestrowany na semestr czwarty.

Wymagania wstępne w kategorii Wiedzy:

Znajomość podstaw mechaniki ogólnej, podstawowych formalizmów matematycznych służących do opisu kinematyki i dynamiki nieodkształcalnych ciał materialnych i układów ciał.

Wymagania wstępne w kategorii Umiejętności:

Umiejętność stosowania podstawowych formalizmów do opisu kinematyki i dynamiki nieodkształcalnych ciał.

Wymagania wstępne w kategorii Kompetencji społecznych:

Rozumienie potrzeby ciągłego dokształcania się.

Efekty kształcenia dla zajęć

MEK	Student, który zaliczył zajęcia	Formy zajęć/metody dydaktyczne prowadzące do osiągnięcia danego efektu kształcenia	Metody weryfikacji każdego z wymienionych efektów kształcenia	Związki z KEK	Związki z PRK
01	posiada wiedzę z zakresu kinematyki i dynamiki układów mechanicznych, w tym drgań mechanicznych, i formalizmów matematycznych służących do ich opisu.	wykład	zaliczenie ustne	K-W01++ K-K02+	P6S-KO P6S-WG
02	umie dobierać i stosować formalizmy matematyczne oraz narzędzia komputerowe i metody eksperymentalne do rozwiązywania zagadnień związanych z modelowaniem, symulacją i badaniem kinematyki i dynamiki układów mechanicznych, umie przeprowadzić podstawowe pomiary wielkości mechanicznych.	laboratorium	aktywność na zajęciach laboratoryjnych, obserwacja wykonawstwa	K-W07++ K-U04+ K-U07++ K-U08++ +	P6S-UW P6S-WG

Treści kształcenia dla zajęć

Sem.	TK	Treści kształcenia	Realizowane na	MEK
4	TK01	Wiadomości wprowadzające w zagadnienia dynamiki układów mechanicznych. Drgania mechaniczne - pojęcia podstawowe. Kinematyka drgań. Widmo drgań. Filtracja dolno- i górnoprzepustowa. Rodzaje wymuszeń. Podstawy modelowania układów drgających. Charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia. Drgania wzdluzne, skretne i giętnne.	W01,W02	MEK01

Sem.	TK	Treści kształcenia	Realizowane na	MEK
4	TK02	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. Częstotliwościowa funkcja odpowiedzi.	W03,W04	MEK01
4	TK03	Wibroizolacja czynna i bierna. Aktywna redukcja drgań	W05,W06	MEK01
4	TK04	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.	W07,W08	MEK01
4	TK05	Drgania samowzbudne. Drgania parametryczne	W09,W10	MEK01
4	TK06	Dynamika maszyn wirnikowych, prędkości krytyczne, samocentrowanie wirnika, wyważanie wirników.	W11,W12	MEK01
4	TK07	Kinematyka przekładni obiegowej. Zasada Willisa. Kinematyka mechanizmu różnicowego. Redukcja mas i sił, model dynamiczny ruchu mechanizmu. Równania Lagrange'a. Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, dynamika przekładni obiegowej.	W13,W14	MEK01
4	TK08	Kolokwium zaliczeniowe	W15	MEK01
4	TK09	Wprowadzenie do drgań układów mechanicznych. Zapoznanie z podstawami drgań maszyn i urządzeń z zastosowaniem systemu wizyjnego do wzmacniania ruchu. Czujniki drgań, wzбудniki, młotki modalne, układy kondycjonowania.	L01,L02	MEK02
4	TK10	Modelowanie i analiza sygnału drgań. Filtracja dolnoprzepustowa i górnoprzepustowa, transformacja Fouriera.	L03,L04	MEK02
4	TK11	Pomiar i analiza sygnału drgań. Filtracja dolnoprzepustowa i górnoprzepustowa, transformacja Fouriera.	L05,L06	MEK02
4	TK12	Drgania swobodne. Tłumienie drgań. Badania eksperymentalne i symulacyjne.	L07,L08	MEK02
4	TK13	Drgania wymuszone. Rezonans. Dudnienie. Badania eksperymentalne i symulacyjne.	L09,L10	MEK02
4	TK14	Analityczne modelowanie drgań układów dyskretnych o jednym stopniu swobody. Symulacja rozwiązań.	L11,L12	MEK02
4	TK15	Wibroizolacja. Badania eksperymentalne	L13,L14	MEK02
4	TK16	Analityczne modelowanie drgań układów dyskretnych o dwóch stopniach swobody. Symulacja rozwiązań.	L15-L18	MEK02
4	TK17	Numeryczna i eksperymentalna analiza częstotliwościowa.	L19-L22	MEK02
4	TK18	Badanie właściwości dynamicznych konstrukcji. Częstotliwościowa funkcja odpowiedzi (FRF) układu mechanicznego. Badania symulacyjne i eksperymentalne.	L23,L24	MEK02
4	TK19	Dynamika maszyn wirnikowych z uwzględnieniem zjawisk: niewspółosiowość wałów, niewyrównoważenie statyczne i dynamiczne, drgania przekładni, drgania łożysk, ugięcie wału, zmienne obciążenie. Monitorowanie stanu maszyn: monitorowanie drgań, hałasu, obciążenia. Badania eksperymentalne	L25,L26	MEK02
4	TK20	Kinematyka przekładni obiegowych.	L27,L28	MEK02
4	TK21	Dynamika przekładni obiegowych.	L29,L30	MEK02

Nakład pracy studenta

Forma zajęć	Praca przed zajęciami	Udział w zajęciach	Praca po zajęciach
Wykład (sem. 4)	Przygotowanie do kolokwium: 15.00 godz./sem.	Godziny kontaktowe: 15.00 godz./sem.	Uzupełnienie/studiowanie notatek: 10.00 godz./sem.
Laboratorium (sem. 4)	Przygotowanie do laboratorium: 15.00 godz./sem.	Godziny kontaktowe: 30.00 godz./sem.	
Konsultacje (sem. 4)	Przygotowanie do konsultacji: 1.00 godz./sem.	Udział w konsultacjach: 1.00 godz./sem.	
Zaliczenie (sem. 4)			

Sposób wystawiania ocen składowych zajęć i oceny końcowej

Forma zajęć	Sposób wystawiania oceny podsumowującej
Wykład	Ocena z wykładu jest wystawiana na podstawie ustnego kolokwium, którego tematyka obejmuje treści kształcenia realizowane podczas wykładów. W przypadku uzyskania oceny negatywnej student może przystąpić jednokrotnie do poprawy kolokwium.
Laboratorium	Studenci uzyskują ocenę (OL) z aktywności i obserwacji wykonawstwa na laboratoriach związaną z realizacją efektu MEK2. Jest ona wyznaczana w następujący sposób. Na podstawie ocen z aktywności i obserwacji wykonawstwa uzyskanych w trakcie semestru wyznaczana jest średnia ocen (S). Średnia ocen (S) jest zaokrąglana do stopni zgodnych z regulaminem studiów w następujący sposób: S poniżej 3.00 - ocena ndst (2,0); S co najmniej 3.00 i poniżej 3.25 - ocena dst (3,0); S co najmniej 3.25 i poniżej 3.75 - ocena +dst (3,5); S co najmniej 3.75 i poniżej 4.25 - ocena db (4,0); S co najmniej 4.25 i poniżej 4.75 - ocena +db (4,5); S 4.75 lub powyżej 4.75 - ocena bdb (5,0). Tak wyznaczona ocena stanowi ocenę z zaliczenia laboratorium (OL).
Ocena końcowa	Student uzyskuje pozytywną ocenę końcową, jeśli posiada pozytywne oceny końcowe z wszystkich form zajęć. Ocena końcowa jest wyznaczana na podstawie średniej ważonej ocen z zaliczenia wykładu i laboratorium: $S=0.25*OW+0.75*OL$, gdzie OW - ocena z zaliczenia wykładu, OL - ocena z zaliczenia laboratorium. Średnia ocen S jest zaokrąglana do stopni zgodnych z regulaminem studiów w następujący sposób: S co najmniej 3.00 i poniżej 3.25 - ocena dst (3,0); S co najmniej 3.25 i poniżej 3.75 - ocena +dst (3,5); S co najmniej 3.75 i poniżej 4.25 - ocena db (4,0); S co najmniej 4.25 i poniżej 4.75 - ocena +db (4,5); S 4.75 lub powyżej 4.75 - ocena bdb (5,0).

Przykładowe zadania

Wymagane podczas egzaminu/zaliczenia

(-)

Realizowane podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/projektowych

(-)

Inne

(-)

Czy podczas egzaminu/zaliczenia student ma możliwość korzystania z materiałów pomocniczych : **nie**

Treści zajęć powiazane są z prowadzonymi badaniami naukowymi: tak

1	A. Burghardt; K. Ciechanowicz; R. Cygan; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki; J. Tutak	Urządzenie do sprawdzania szczelności form odlewniczych	2024
2	A. Burghardt; K. Ciechanowicz; R. Cygan; P. Gierlak; K. Kurc; P. Obal; D. Szybicki; J. Tutak	Suszarnia do form odlewniczych	2024
3	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki; J. Tutak	Stanowisko do kontroli jakości form odlewniczych	2024
4	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki	A Hybrid System Containing a 3D Scanner and a Laser Tracker Dedicated to Robot Programming	2023
5	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki	Iterative Laser Measurement of an Aircraft Engine Blade in Robotic Grinding Process	2023
6	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki	The Use of a Fuzzy Controller in the Machining of Aircraft Engine Components	2023
7	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; T. Muszyński; D. Szybicki; M. Uliasz	Implementation of SSN in the Evaluation of the Robotic Welding Process of Aircraft Engine Casing Components	2023
8	B. Bomba; A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki	Estimation of Selected Geometric Dimensions during Manufacturing of Aircraft Accessory Gearboxes on a CNC Machine Using ANFIS	2023
9	P. Gierlak	Neural Control of a Robotic Manipulator in Contact with a Flexible and Uncertain Environment	2023

10	P. Gierlak; J. Warmiński	Analysis of Bifurcation Vibrations of an Industrial Robot Arm System with Joints Compliance	2023
11	P. Gierlak; P. Pietruś	Influence of the Manipulator Configuration on Vibration Effects	2023
12	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; A. Ornat; D. Szybicki; M. Uliasz	Application of a 3D Scanner in Robotic Measurement of Aviation Components	2022
13	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; A. Ornat; D. Szybicki; M. Uliasz	Selection of Robotic Machining Parameters with Pneumatic Feed Force Progression	2022
14	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; A. Ornat; D. Szybicki; M. Uliasz	TCP Parameters Monitoring of Robotic Stations	2022
15	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki	Robotic Grinding Process of Turboprop Engine Compressor Blades with Active Selection of Contact Force	2022
16	G. Bomba; P. Gierlak; M. Muszyńska; A. Ornat	On-Machine Measurements for Aircraft Gearbox Machining Process Assisted by Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System	2022
17	P. Gierlak; K. Kurc; P. Obal; D. Szybicki	Programming of Industrial Robots Using a Laser Tracker	2022
18	A. Burghardt; P. Gierlak; W. Skwarek	Modeling of dynamics of cooperating wheeled mobile robots	2021
19	G. Bomba; P. Gierlak; A. Ornat	Geometric Measurements on a CNC Machining Device as an Element of Closed Door Technology	2021
20	P. Gierlak	Adaptive Position/Force Control of a Robotic Manipulator in Contact with a Flexible and Uncertain Environment	2021
21	P. Gierlak	Force Control in Robotics: A Review of Applications	2021
22	P. Gierlak; P. Obal	EGM Toolbox-Interface for Controlling ABB Robots in Simulink	2021
23	S. Duda; G. Gembalczyk ; P. Gierlak	Control System Design of an Underactuated Dynamic Body Weight Support System Using Its Stability	2021
24	S. Duda; G. Gembalczyk ; P. Gierlak	Modeling and Control of an Underactuated System for Dynamic Body Weight Support	2021
25	A. Burghardt; J. Giergiel; P. Gierlak; K. Kurc; W. Łabuński; M. Muszyńska; D. Szybicki	Robotic machining in correlation with a 3D scanner	2020
26	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki	Automatic Detection of Industrial Robot Tool Damage Based on Force Measurement	2020
27	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki	Device for Contact Measurement of Turbine Blade Geometry in Robotic Grinding Process	2020
28	A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki	The Use of VR to Analyze the Profitability of the Construction of a Robotized Station	2020
29	A. Burghardt; R. Cygan; P. Gierlak; K. Kurc; P. Pietruś; D. Szybicki	Programming of Industrial Robots Using Virtual Reality and Digital Twins	2020
30	G. Bomba; P. Gierlak	Assessment of Geometric Accuracy of a 5-axis CNC Machine in the Context of Machining Aircraft Transmission Housings	2020