



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Symulacje komputerowe w badaniach maszyn i pojazdów

Przedmiot

Kierunek studiów

Mechatronika

Studia w zakresie (specjalność)

Projektowanie mechatroniczne maszyn i pojazdów

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

Liczba godzin

Wykład

Laboratoria

Inne (np. online)

30

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

Liczba punktów

2

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Krzysztof Wałęsa

email: krzysztof.walesa@put.poznan.pl

tel. +48 61 665 2318

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Huber Pikoś

email: hubert.pikosz@put.poznan.pl

tel. +48 61 665 2318

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

Wymagania wstępne

Wiedza: znajomość zasad modelowania w systemach CAD 3D, wiadomości z wytrzymałości materiałów,



mechaniki technicznej, podstaw termodynamiki i mechaniki płynów oraz podstaw metody elementów skończonych.

Umiejętności: przygotowywania trójwymiarowych modeli CAD części maszyn i pojazdów, kształtowania cech konstrukcyjnych elementów maszyn, samodzielnego formułowania problemu technicznego w oparciu o analizę zjawisk fizycznych oraz samokształcenia z użyciem nowoczesnych narzędzi dydaktycznych.

Kompetencje społeczne: zrozumienie potrzeby poszerzania swojej wiedzy i umiejętności, gotowość do podjęcia dyskusji na temat rozwiązywanego problemu.

Cel przedmiotu

Głównym celem przedmiotu jest nabycie i rozwinięcie umiejętności przeprowadzania komputerowych symulacji zjawisk fizycznych zachodzących w urządzeniach mechatronicznych i pojazdach, w szczególności podczas ich interakcji z otoczeniem, a także właściwe interpretowanie uzyskanych wyników. Cele dodatkowe przedmiotu dotyczą rozwijania umiejętności doboru odpowiedniego narzędzia inżynierskiego do rodzaju i złożoności wykonywanego zadania oraz nabycia lub rozwijania umiejętności posługiwania się pakietami oprogramowania Ansys Mechanical/CFD oraz Siemens NX oraz MSC ADAMS.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Student ma poszerzoną wiedzę z mechatroniki, o znajomość analizy i projektowania złożonych systemów mechatronicznych, teorii i techniki systemów oraz o zastosowaniu modelowania i symulacji w projektowaniu mechatronicznym [K2_W09].
2. Student ma wiedzę z komputerowej analizy konstrukcji obejmującą zaawansowane operacje w środowisku CAD, dotyczące wizualizacji 3D oraz analizy współpracy elementów mechanicznych [K2_W15].
3. Student ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz uwzględnienia ich w praktyce inżynierskiej [K2_W18].
4. Student ma wiedzę na temat struktury mechanizmów podwozi pojazdów samochodowych oraz metod i zakresu ich analiz kinematycznych i dynamicznych.

Umiejętności

1. Student potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia [K2_U05].
2. Student potrafi zaprojektować złożone urządzenia i systemy mechatroniczne, stosując przy tym modelowanie i symulacje. Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski [K2_U14].



3. Student potrafi wykonać wizualizację elementu mechanicznego w środowisku 3D oraz przeanalizować współpracę elementów pokazanych na rysunku [K2_U19].
4. Student potrafi wykorzystać narzędzia do analizy układów wielobryłowych w celu analizy kinematyki i dynamiki mechanizmów podwozi pojazdów samochodowych.

Kompetencje społeczne

1. Student rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób [K2_K01].
2. Student ma świadomość ważności i rozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje [K2_K02].
3. Student potrafi ustalać priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania [K2_K04].

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena końcowa z laboratorium jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych otrzymanych za indywidualne wykonanie poszczególnych zadań podczas zajęć laboratoryjnych, wg standardowej skali ocen PP. Rozwiązania zadań będą oceniane na podstawie syntetycznych sprawozdań, ze zwróceniem szczególnej uwagi na interpretację otrzymanych rezultatów.

Treści programowe

Zajęcia 1, 2 i 3: Wprowadzenie do środowiska Siemens NX oraz ANSYS Mechanical/CFD

Na zajęciach studenci zapoznają się z pakietem oprogramowania Siemens NX oraz jego możliwościami poprzez przygotowanie modelu 3D i wykonanie analizy wytrzymałościowej kluczowych elementów, dla prostego kilkuczłonowego mechanizmu. Następnie studenci zapoznają się z pakietem oprogramowania Ansys Mechanical/CFD oraz jego możliwościami poprzez zaimportowanie przygotowanego na wcześniejszych zajęciach modelu bryłowego i wykonanie analizy wytrzymałościowej kluczowych elementów. Studenci będą mieli możliwość porównania wyników uzyskanych z obu systemów obliczeniowych.

Zajęcia 4 i 5: Symulacje dynamiczne maszyn

Na zajęciach studenci zapoznają się z zasadami przeprowadzania symulacji dynamicznych układów mechanicznych, w szczególności zagadnieniami związanymi z: drganiami układów mechanicznych, bezwładnością i wyważaniem oraz określaniem zapotrzebowania na moc z uwzględnieniem dynamiki układu.

Zajęcia 6, 7 i 8: Symulacja układów płynowych i sprzężona analiza przepływowo - mechaniczna

Na zajęciach studenci zapoznają się ze sposobami przeprowadzania symulacji układów płynowych, w szczególności hydrodynamicznych i aerodynamicznych. Na podstawie kilku przykładów studenci



pozyskają wiedzę na temat pozyskiwania rozkładu prędkości przepływu i ciśnień wokół opływanego układu, a także informacje na temat sposobu wyznaczania współczynnika oporu przepływu. W drugiej części zajęć studenci zapoznają się z podstawowymi zasadami budowy modelu do sprzężonych analiz przepływowo-mechanicznych typu FSI (Fluid-Structure Interaction), w aspekcie wpływu obiektu mechanicznego na zachowanie się przepływającego płynu (cieczy lub gazu) oraz wpływu domeny płynowej na stan wyężenia opływanego obiektu.

Zajęcia 9 i 10: Analizy termiczne i termomechaniczne

Na zajęciach studenci na podstawie kilku przykładów zapoznają się z zasadami wykonywania symulacji termicznych i termomechanicznych, związanych z zagadnieniami chłodzenia/nagrzewania elementów podlegających np.: obróbce cieplnej, chłodzenia/nagrzewania zespołów mechatronicznych w których generowane jest ciepło, a także z zagadnieniem generowania ciepła w wyniku tarcia oraz wpływu naprężeń cieplnych na stan wyężenia elementów konstrukcyjnych.

Zajęcia 11: Budowa podukładu zawieszenia

Celem zajęć jest zapoznanie się z interfejsem programu ADAMS Car oraz zasadami budowy modeli wielobryłowych mechanizmów zawieszenia (np. McPherson, wahacze podwójne poprzeczne, zawieszenia wielowahaczowe) wraz z nadaniem im parametrów niezbędnych dla analiz dynamicznych (charakterystyki sztywności, tłumienia, masy, momenty bezwładności).

Zajęcia 12: Analiza kinematyki i dynamiki układu zawieszenia

Celem zajęć jest przeprowadzenie badań symulacyjnych charakterystyk kinematycznych (zmiennosc pochylenia koła, zbieżności, kąta pochylenia i wyprzedzenia osi skrętu koła) oraz dynamicznych (funkcji wzmocnienia wymuszeń kinematycznych do przyspieszeń nadwozia, ugięć zawieszenia i obciążeń dynamicznych koła).

Zajęcia 13: Budowa modelu układu kierowniczego i jego integracja z układem zawieszenia

Celem zajęć jest budowa modelu wielobryłowego różnych wariantów układu kierowniczego i jego analiza kinematyczna i dynamiczna. Zbadana będzie niezgodność kinematyczna układu kierowniczego i zawieszenia (roll steer i bump steer).

Zajęcia 14: Budowa modelu pełnego samochodu w środowisku symulacyjnym

Budowa modelu pełnego samochodu poprzez połączenie modeli podukładów zawieszenia, układu kierowniczego, układu napędowego, hamulcowego i nadwozia. Implementacja modelu opony.

Zajęcia 15: Analiza kierowności i stabilności ruchu modelu pełnego samochodu

Wykonanie badań symulacyjnych dla jazdy ustalonej po okręgu, pojedynczej i podwój zmiany pasa ruchu. Interpretacja uzyskanych wyników.

Metody dydaktyczne



Metoda laboratoryjna (eksperymentu): studenci będą pracować indywidualnie nad zadaniami - przykładami przydzielonymi przez prowadzącego, prowadzący we wprowadzeniu do zajęć będzie omawiać wybrane przypadki (case study).

Literatura

Podstawowa

1. Mazur Damian, Rudy Marek, Modelowanie w systemie NX CAD, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2016.
2. Mrzygłód Mirosław, Podstawy analizy wytrzymałościowej konstrukcji w programie ANSYS/Mechanical APDL, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2014.
3. Krzesiński Grzegorz, Zagrajek Tomasz, Marek Piotr, Borkowski Paweł, Metoda elementów skończonych w mechanice materiałów i konstrukcji: rozwiązywanie wybranych zagadnień za pomocą systemu ANSYS, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2015.
4. Skrzat Andrzej, Modelowanie liniowych i nieliniowych problemów mechaniki ciała stałego i przepływów ciepła w programie ANSYS Workbench, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2019.
5. Bielski Jan, Inżynierskie zastosowania systemu MES, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2013.
6. Rakowski Gustaw, Kacprzyk Zbigniew, Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2016.
7. Bąk Roman, Burczyński Tadeusz, Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2017.
8. Blundell M., Harty D.: Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics, Elsevier Books, 2014.
9. Lozia Z., Guzek. M., Przegląd metod badań stateczności i kierowności pojazdów samochodowych. Zeszyty Instytutu Pojazdów Politechniki Warszawskiej 2(14)/95.

Uzupełniająca

1. Mazur Damian, Gołębiowski Marek, Rudy Marek, Modelowanie i analiza układów elektromechanicznych metodą elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2016.
2. Pawłucki Mateusz, Kryś Maciej, CFD dla inżynierów: praktyczne ćwiczenia na przykładzie systemu ANSYS Fluent, Wydawnictwo Helion, 2020.
3. Zienkiewicz Olgierd Cecil, Metoda elementów skończonych, Wydawnictwo Arkady, 1972.
4. Wałęsa Krzysztof, Malujda Ireneusz, Talaśka Krzysztof, Wilczyński Dominik, Process analysis of the hot plate welding of drive belts, Acta Mechanica et Automatica, 14(2), 84-90.



5. Wałęsa Krzysztof, Malujda Ireneusz, Górecki Jan, Wilczyński Dominik, The temperature distribution during heating in hot plate welding process, MATEC Web of Conferences, 254, 02033.
6. ISO 4138:2012: Passenger cars — Steady-state circular driving behaviour — Open-loop test methods.
7. ISO 3888-1:2018: Passenger cars — Test track for a severe lane-change manoeuvre — Part 1: Double lane-change.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, opracowanie sprawozdań) ¹	20	1,0

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności