



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Silniki turbodrzutowe [S2AiR2-SliB>ST]

Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy inteligentne i bezzałogowe

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

4,00

Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Andrzej Frąckowiak
andrzej.frackowiak@put.poznan.pl

dr inż. Łukasz Semkło
lukasz.semklo@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

1. Wiadomości z matematyki i fizyki w zakresie programu studiów. Student potrafi opisać podstawowe zjawiska fizyczne oraz wykonać obliczenia z nimi związane. Student potrafi określić priorytety ważne przy rozwiązywaniu stawianych przed nim zadań. Student wykazuje samodzielność w rozwiązywaniu problemów, zdobywaniu i doskonaleniu nabytej wiedzy i umiejętności. 2. Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawowe wiadomości z zakresu podstaw termodynamiki i procesów przepływu i konwersji energii w maszynach i urządzeniach cieplnoprzepływowych. Powinien również posiadać umiejętność efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów oraz mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu. 3. Podstawowe wiadomości z rysunku technicznego, mechaniki, wytrzymałości materiałów.

Cel przedmiotu

1. Zapoznanie z podstawowymi procesami termodynamicznymi, przemianami termodynamicznymi i równaniami zachowania energii. Poznanie metod opisu różnych czynników termodynamicznych i obiegów termodynamicznych realizujących założone procesy konwersji energii cieplnej. Praktyczne opanowanie umiejętności opisu realizacji procesów cieplnych 2. Zapoznanie z wiedzą związaną z mechaniką płynów (siły wywierane przez płyn na kanał przepływowy, klasyfikacja przepływów, przepływy izentropowe, zjawiska lepkie i ich wpływ na pole przepływowe, warstwa przyścienna, turbulencja itp.) oraz dyamiki gazów (fala uderzeniowa, linia Fanno, itp.). 3. Zapoznanie studentów z problematyką dotyczącą wymagań, konstrukcji i eksploatacji lotniczych zespołów dla silników turbinowych. Przedstawienie teorii lotniczych zespołów napędowych opartych o przepływowe silniki cieplne (turbine silniki odrzutowe jedno i dwuprzepływowe, silniki turbośmigłowe, silniki strumieniowe i rakietowe). W szczególności nauczyć narzędzi analitycznych potrzebnych do ilościowej analizy takich silników, a także zaznajomić z jakościowymi relacjami pomiędzy parametrami charakterystycznymi. Zapoznanie studenta z podstawowymi zasadami pracy silników lotniczych, ich budowy i wykorzystania

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane działy matematyki; ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę niezbędną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu teorii sterowania, optymalizacji, modelowania, identyfikacji i przetwarzania sygnałów; [K2_W1]
2. ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę z zakresu modelowania oraz identyfikacji systemów; [K2_W5]
3. ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu automatyki i robotyki i pokrewnych dyscyplin naukowych; [K2_W12]

Umiejętności:

1. potrafi wyznaczać modele prostych systemów i procesów, a także wykorzystywać je do celów analizy i projektowania układów automatyki i robotyki; [K2_U10]
2. potrafi dobrać i zintegrować elementy specjalizowanego systemu pomiarowo-sterującego w tym: jednostkę sterującą, układ wykonawczy, układ pomiarowy oraz moduły peryferyjne i komunikacyjne; [K2_U13]

Kompetencje społeczne:

1. posiada świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje; jest gotów do rozwijania dorobku zawodowego; K2_K2
2. posiada świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania; potrafi kierować zespołem, wyznaczać cele i określać priorytety prowadzące do realizacji zadania; [K2_K3]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład:

- ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym w sesji egzaminacyjnej- egzamin 1,5 godzinny

Ćwiczenia:

- wiedza nabyta w ramach ćwiczeń jest weryfikowana przez kolokwium zaliczeniowe na ostatnich zajęciach

Treści programowe

Podstawowe pojęcia termodynamiczne. Prędkość dźwięku. Klasyfikacja przepływów gazu. Przepływ jednowymiarowy. Podstawowe równania. Przepływy adiabatyczne i izentropowe. Przepływ przez dyszę. Parametry krytyczne i spiętrzenia gazu. Zmiana parametrów gazu w przepływie przez przewód o zmiennym przekroju poprzecznym, z uwzględnieniem tarcia, wymiany ciepła. Zjawiska falowe w przepływie jednowymiarowym. Normalna fala uderzeniowa. Przepływ dwuwymiarowy. Płaski przepływ naddźwiękowy. Skośna fala uderzeniowa. Przepływ osiowo-symetryczny. Podstawowe zależności, model czynnika termodynamicznego. I zasada termodynamiki. Gazy doskonałe.

Podstawowe zależności dla układów otwartych. II zasada termodynamiki. Sprawności obiegów i przemian. Typowe przemiany gazu doskonałego. Gazy rzeczywiste. Podstawy opisu procesów spalania. Obiegi silnikowe. Obiegi lewobieżne. Obiegi siłowni parowych. Podstawy przepływu ciepła. Model ośrodka ciągłego. Niektóre pojęcia i twierdzenia kinematyki płynów. Linia prądu. Powierzchnia prądu. Tor elementu płynu. Przyspieszenie elementu płynu. Pochodna substancjalna, konwekcyjna i lokalna. Cyrkulacja. Zasada zachowania masy. Siły działające na płyn. Ogólne własności ruchu płynów nie lepkich i nie przewodzących ciepła. Statyka płynów. Wyznaczanie powierzchni ekwipotencjalnych i rozkładu ciśnienia. Parcie płynu na ściany ciał stałych. Pływanie i stateczność ciał pływających. Silniki turbinowe, jako napęd silników lotniczych. Wymagania, konstrukcyjne i eksploatacyjne stawiane zespołom napędowym oraz automatycznych układów sterowania silnikami turbinowymi. Przykłady praktycznej realizacji układów sterowania współczesnych silników turbinowych. Eksploatacja statków powietrznych napędzanych silnikami turbinowymi i tłokowymi według standardów określonych wymaganiami przepisów lotniczych. Podstawy fizyczne generowania ciągu przez napędy lotnicze; Wpływ parametrów lotu (prędkość, pułap) i parametrów silnika (spręż, podgrzew, sprawności procesów sprężania i rozprężania, itp.) na jednostkowe parametry użytkowe silnika (ciąg jednostkowy, jednostkowe zużycie paliwa, składowe i ogólne sprawności); Silniki dwuprzepływowe (obieg kanału pomocniczego, charakterystyki);

Tematyka zajęć

Wykład:

- temat 1 - konstrukcje silników
- temat 2 - dysze wlotowe
- temat 3 - sprężarka
- temat 4 - komora spalania
- temat 5 - turbina
- temat 6 - dysza wylotowa
- temat 7 - osprzęt silnika lotniczego

Ćwiczenia:

- temat 1 - zasada zachowania masy
- temat 2 - równanie Bernoullego bez strat
- temat 3 - równanie Bernoullego ze stratami
- temat 4 - liczby podobieństwa
- temat 5 - obliczenia ciągu
- temat 6 - obliczenia parametrów pracy silnika
- temat 7 - obliczenia parametrów pracy silnika

Laboratoria:

- temat 1 - Wizualizacja przepływu
- temat 2 - wyznaczenie strat ciśnienia w kanale
- temat 3 - charakterystyka wentylatora promieniowego
- temat 4 - charakterystyka turbiny
- temat 5 - charakterystyka pompy w układzie szeregowym i równoległym
- temat 6 - Wyznaczanie charakterystyk silnika odrzutowego
- temat 7 - Wyznaczenie strumienia masy za pomocą rurek spiętrzających

Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.
2. Ćwiczenia: przykłady podawane na tablicy oraz wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne.

Literatura

Podstawowa:

1. Kalinowski E.: Termodynamika, Wyd. P. Wr. 1994
2. Szargut J.: Termodynamika techniczna, Wyd. P. Śl. 1997
3. Szargut J. i inni: Zadania z termodynamiki technicznej, P. Śl. 1995
4. Wiśniewski St.: Termodynamika techniczna, WNT 1995
5. Tuliszką E. Red.: Termodynamika techniczna. Zbiór zadań, Nr 889, Wyd. P.P. 1980

6. Kestin J.: Course in Thermodynamics, New York, Hemisphere 1979 Uzupełniająca
7. Zucker R, Biblarz O., Fundamentals of gas dynamics, Second Edition, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2002
8. Rup K., Izentropowe i nieizentropowe przepływy gazu, PWN Warszawa, 2003
9. Genick Bar-Meir, Fundamentals of Compressible Fluid Mechanics, GNU Free Documentation License, 2013
10. Dzierżanowski P. „Turbinowe silniki odrzutowe”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności (posiadanie własnego egzemplarza nie jest obowiązkowe. Wykład pokrywa treść w sposób wystarczający)

Uzupełniająca:

11. Ciałkowski M., Mechanika Płynów. Skrypty Uczelniane. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
12. Ciałkowski M., Bartoszewicz J., Frąckowiak A., Grudziński M., Grzelczak M., Kołodziej J., Piątkowski R., Rybarczyk J., Wróblewska A., Mechanika płynów: zbiór zadań z rozwiązaniami, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2008

Uzupełniająca

1. Tuliszką E.: Teoria maszyn cieplnych, Nr 511, Wyd. P.P. 1974 2. M.J. Moran
2. Prosnak W.J., Mechnika płynów, t II PWN Warszawa, 1971
3. Gołębiowski C., Łuczywek E., Walicki E., Zbiór zadań z mechaniki płynów, PWN Warszawa 1978
4. The Jet Engines. Wyd. Rolls Royce 1986 r.
5. Dzierżanowski P., Kordziński W., Otyś J., Łyżwiński M., Szczeciński S., Wiatrek R.: Napędy Lotnicze. Turbinowe silniki odrzutowe. WKŁ, Warszawa 1983.
6. Dzierżanowski P., Kordziński W., Otyś J., Szczeciński S., Wiatrek R.: Napędy Lotnicze. Turbinowe silniki śmigłowe i śmigłowcowe. WKŁ, Warszawa 1985.
7. Lotnicze silniki turbinowe : konstrukcja - eksploatacja - diagnostyka. Cz. 1 Włodzimierz Balicki, Ryszard Chachurski, Paweł Głowacki, Jan Godzimski, Krzysztof Kawalec, Adam Kozakiewicz, Zbigniew Pągowski, Artur Rowiński, Jerzy Szczeciński, Stefan Szczeciński. , Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa. Wydawca, Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, 2010
8. Lotnicze zespoły napędowe. Cz. 2 / Stefan Szczeciński, Włodzimierz Balicki, Ryszard Chachurski, Paweł Głowacki, Jan Godzimski, Adam Kozakiewicz, Zbigniew Pągowski, Jerzy Szczeciński. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa. Wydawca, Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa,
9. Lotnicze zespoły napędowe. Cz. 3 / Stefan Szczeciński, Włodzimierz Balicki, Ryszard Chachurski, Paweł Głowacki, Krzysztof Kawalec, Adam Kozakiewicz, Jerzy Szczeciński. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa. Wydawca, Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa,
10. Eksploatacja silników turbinowych / Benedykt Boliński, Zdzisław Stelmaszczyk. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Wydawca
11. Turbinowe silniki odrzutowe / Paweł Dzierżanowski, Walerian Kordziński, Mieczysław Łyżwiński, Jerzy Otyś, Stefan Szczeciński, Ryszard Wiaterek, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Wydawca Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1983.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	2,00