

Spacecraft Dynamics and Control

Guião da Unidade Curricular
2024/2025

Rui Moreira
Jorge Ferreira

Spacecraft Dynamics and control
Dinâmica e controlo de veículos espaciais

código da disciplina : 43170
ano letivo : 2024_2025
ano | semestre: 1º ano | 1º semestre
carga horária: 1h teórico-prática
2h prática
unidades de crédito: 6 ECTS
professor responsável: Rui Moreira (rmoreira@ua.pt)
Jorge Ferreira (jaff@ua.pt)

Objetivos

O1 - Compreender os fundamentos do comportamento dinâmico de estruturas de veículos espaciais: este primeiro objetivo pretende dotar os alunos de fundamentos basilares sobre comportamento dinâmico de estruturas

O2 – Obter competências de análise de sistemas de controlo ativo de estruturas de veículos espaciais: este segundo objetivo pretende fornecer aos alunos competências teóricas e práticas sobre a análise de sistemas de controlo ativo, adequando as características dinâmicas da estrutura à metodologia e tipologia de controlo.

O3 – Obter competências práticas de projeto e aplicação de sistemas de controlo ativo em estruturas de veículos espaciais: este objetivo pretende dotar os alunos de conhecimentos aplicados de projeto e de implementação prática de mecanismos de controlo ativo para corrigir o comportamento dinâmico de estruturas espaciais, explorando as diferentes formas de controlo, os transdutores de resposta e os mecanismos atuadores.

Metodologia de ensino

Esta UC é desenvolvida com aulas TP e aulas PL. As aulas TP destinam-se a apresentar os conceitos teóricos e aplicações, enquanto as aulas PL permitem a aplicação dos conceitos adquiridos numa vertente mais prática e assistida por casos de estudo a desenvolver em ambiente laboratorial. Essa metodologia permite um acompanhamento aplicado dos conceitos adquiridos, permitindo que o estudante associe os conceitos teóricos a aplicações práticas e reais. Na segunda metade do semestre, haverá lugar ao desenvolvimento de uma atividade de trabalho em grupo, através da qual os estudantes conseguirão estabelecer uma ligação entre os conhecimentos e metodologias de análise adquiridas e demonstradas na UC e a sua aplicação num caso de estudo próximo da aplicação real desta temática na indústria espacial.

Na primeira abordagem prática dos conteúdos teóricos serão utilizadas ferramentas computacionais de análise (Matlab), seguindo-se uma aplicação prática-laboratorial recorrendo aos meios existentes no laboratório de dinâmica de estruturas do DEM, utilizando montagens e mecanismos de demonstração do comportamento dinâmico de estruturas, materiais ativos, transdutores e atuadores, e controladores adaptativos para controlo ativo estrutural. Estes meios serão igualmente utilizados para o desenvolvimento dos trabalhos de grupo.

Metodologia de Avaliação

A avaliação inclui uma componente TP (contínua) e uma componente PL (discreta). A componente de avaliação TP é assegurada por mini-relatórios semanais desenvolvidos a partir do exemplo prático demonstrador (na sessão PL) associado a cada parte da componente TP. Nestes mini-relatórios, os estudantes serão avaliados pelo acompanhamento e pela compreensão dos conceitos teóricos, e pela capacidade de interligação e aplicação na prática dos mesmos através dos exercícios demonstradores desenvolvidos nas aulas PL. Esta componente TP, individual e de tipologia contínua, vale 40% da nota final.

Por sua vez, a componente PL é avaliada por um relatório e uma apresentação em sala de aula do trabalho prático desenvolvido em grupo (grupos de 2-3 estudantes). A apresentação será realizada na última semana de aulas do semestre (vale 15% da

nota final) e o relatório do trabalho será avaliado durante a época de exames (Época Normal e Época de Recurso) e vale 45% da nota final.

Os projetos de trabalho em grupo são aplicações práticas de casos de estudo próximos da realidade, e pretendem que os estudantes apliquem na prática os conhecimentos adquiridos, identificando a sua aplicação no campo de Engenharia Aeroespacial, e desenvolvendo um pensamento crítico na resolução colaborativa de problemas reais.

Os projetos serão desenhados e propostos aos estudantes (sendo permitida a autoproposta) de acordo com os seus interesses e com as competências prévias identificadas.

Será criada uma estrutura de auto e heteroavaliação, promovendo a interação e colaboração entre grupos.

Exemplos de projetos incluem: base de isolamento de payload de um lançador, controlo ativo de estrutura reticulada de uma matriz solar, controlo de forma de uma asa com pele elástica, entre outros.

Planeamento das aulas

1	17/set	Apresentação da Unidade Curricular
2	24/Set	C1. Sistemas dinâmicos discretos (1GDL - regime livre e forçado)
3	1/Out	C1. Sistema dinâmicos discretos (2GDL e NGDL - regime livre e forçado)
4	8/Out	C2. Sistemas dinâmicos contínuos (métodos analíticos e aproximados)
5	15/Out	C2. Sistemas dinâmicos contínuos (métodos numéricos)
6	22/Out	C3. Introdução ao controlo ativo da dinâmica de estruturas
7	29/Out	C4. Controlabilidade e observabilidade de estruturas
8	5/Nov	C4. Controlabilidade e observabilidade de estruturas (cont)
9	12/Nov	C5. Estratégias de controlo ativo de estruturas: controlo multivariável, regulador linear quadrático (LQR), controlo preditivo baseado em modelos (MPC)
10	19/Nov	C5. Estratégias de controlo ativo de estruturas: controlo multivariável, regulador linear quadrático (LQR), controlo preditivo baseado em modelos (MPC) (cont.)
11	26/Nov	C6. Materiais, transdutores e atuadores para controlo ativo de estruturas
12	3/Dez	C7. Controlo ativo de estruturas – aplicações
13	10/Dez	C8. Isolamento ativo de vibrações – aplicações C9. Controlo de forma e Morphing
14	17/Dez	Apresentações do trabalho de grupo

Bibliografia recomendada

- Colin Hansen, Scott Snyder, Xiaojun Qiu, Laura Brooks, Danielle Moreau - Active Control of Noise and Vibration, Routledge, 2020
- André Preumont - Vibration Control of Active Structures, Springer, 2018
- Stephen Elliott - Signal Processing for Active Control, Elsevier, 2000.
- Enrico Canuto, Carlo Novara, Luca Massotti, Donato Carlucci, Carlos Perez Montenegro - Spacecraft Dynamics and Control, Butterworth-Heinemann, 2018
- Christopher Fuller, Sharon Elliott, P. Nelson - Active Control of Vibration, Elsevier, 1996

Recursos de suporte

As aulas práticas recorrerão a diversas ferramentas computacionais:

- Matlab (com toolbox AEROSPACE) *
- FEMAP/NX. Nastran **

*o Matlab está disponível em licença Campus para utilização académica (a utilizar desde a 2ª aula)

**O FEMAP/NXNastran está disponível para utilização académica durante a frequência da UC – a instalação será disponibilizada na 5ª aula)