
363995 - Tópicos em Controle e Automação 1
Modelagem, Determinação e Controle de Atitude de Satélites
Plano de disciplina

1 Informações Gerais

Curso: Engenharia Elétrica, Mecatrônica e Aeroespacial
Período: 2020/1ºsem
Professor: Renato Alves Borges (<http://renato.aerospace.unb.br>)

Horário das aulas: Teoria (Turma A): Terça e Quinta, 08:00 – 09:50

Local: Sala de aula online: Ingressar em aula no Microsoft Teams.

2 Objetivos

Apresentar de forma introdutória os conceitos fundamentais de cinemática e dinâmica de atitude de um corpo rígido de forma a prover uma descrição mínima do movimento de um pequeno satélite. A cinemática cobre os aspectos do movimento que podem ser analisados sem a consideração de forças e torques. Já a dinâmica leva em consideração a presença de forças e torques. Em relação à determinação e controle de atitude, pretende-se abordar o assunto com experimentos práticos e simulações numéricas. Os tópicos a serem apresentados incluem: revisão de álgebra matricial, sistemas de referenciamento, quatérnions, rotação e teorema de Euler, representação de atitude, cinemática e dinâmica rotacional, perturbações externas e internas, noções de dinâmica orbital.

3 Ementa

1. Introdução à determinação e controle de atitude de espaçonaves.
2. Representação de atitude de um corpo rígido:
 - Álgebra matricial e transformações;
 - Sistemas de referenciamento;
 - Quatérnions;

- Representação de atitude.
3. Satélite em órbita Kepleriana:
 - Problema de dois corpos;
 - Elementos orbitais.
 4. Cinemática e dinâmica de atitude:
 - Cinemática de atitude: matriz de atitude e cinemática vetorial;
 - Cinemática da parametrização da atitude;
 - Dinâmica da atitude: momento angular e energia cinética, movimento de corpo rígido, torques internos e externos.
 5. Determinação e controle de atitude:
 - O algoritmo TRIAD;
 - Controle de atitude com torque magnético.

4 Bibliografia

- Principal
 - F. L. Markley e J. L. Crassidis, *Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control*. Springer, 2014.
- Complementar
 - Y. Yang, *Spacecraft Modeling, Attitude Determination, and Control - Quaternion-Based Approach*. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019.
 - M. J. Sidi, *Spacecraft Dynamics & Control - A practical engineering approach*. Cambridge, 2006.
 - J. R. Wertz, *Spacecraft Attitude Determination and Control*. Kluwer Academic Publishers, 2002.
 - P. C. Hughes, *Spacecraft Attitude Dynamics*. Dover, 2004.
 - G. F. Franklin, J. D. Powell, e A. Emami-Naeini. *Sistemas de Controle para Engenharia*, 6^a ed., Bookman, 2013.
 - D. Poole. *Álgebra Linear - uma introdução moderna*, 2^a ed., Cengage Learning, 2016.

5 Metodologia de Ensino

A metodologia adotada consiste em aulas síncronas online, plataforma Microsoft Teams, duas vezes por semana, com discussão e desenvolvimento dos pontos centrais da teoria de atitude de corpo rígido, resolução de exercícios relacionados, simulações computacionais, e atividades extra-classe assíncronas. Os itens listados na ementa do curso serão abordados no contexto do projeto final a ser definido no início das aulas, e avaliados segundo critério apresentado na próxima seção.

6 Critério de Avaliação

A nota final (NF) da disciplina será calculada como a média ponderada de 3 (três) entregas no contexto do projeto final da disciplina: exercícios de fundamentos (Nota 1 - N1), simulações computacionais (Nota 2 - N2), e o projeto final (Nota 3 - N3).

- **Exercícios de fundamentos - N1:**

Os exercícios contemplarão questões referentes ao conteúdo apresentado nos itens 2, 3, e 4 da ementa do curso. Serão feitos preferencialmente fora do horário das aulas, individualmente, sendo permitido consulta ao material didático. Atividades síncronas poderão compor a nota dos exercícios.

- **Simulações computacionais - N2:**

As simulações computacionais contemplarão questões referentes ao conteúdo apresentado no item 4 e 5 da ementa do curso. Serão feitas preferencialmente fora do horário das aulas, individualmente, sendo permitido consulta ao material didático. Atividades síncronas poderão compor a nota da avaliação das simulações computacionais.

- **Projeto final - N3:**

O tema específico do trabalho final será definido no início das aulas, abordará todo o conteúdo da ementa do curso, e contemplará a apresentação das simulações numéricas e análise teórica realizadas em etapas preliminares, além de questões complementares. Toda especificação, análise, projeto, verificação e validação deverão ser apresentadas utilizando linguagem SysML. O documento do trabalho final será entregue em formato digital, e será realizado em grupo.

As datas prováveis das avaliações são:

Entrega dos Exercícios (N1)	29/09/2020
Entrega de Simulações (N2)	03/11/2020
Entrega do Trabalho Final (N3)	26/11/2020

A nota final será computada da seguinte forma:

$$NF = \frac{N_1 + N_2 + 2N_3}{4}$$

IMPORTANTE: Para ser aprovado, o aluno deverá ter **nota final NF igual ou superior a 5,0 e presença superior a 75% das aulas**. A frequência será aferida utilizando a funcionalidade de relatórios de presença no Microsoft Teams.

7 Cronograma de execução das atividades para avaliação

O cronograma de execução das atividades previstas ao longo do semestre pode ser visto no site http://renato.aerospace.unb.br/contr_sist_aeroespacial. Eventuais mudanças de dias e/ou horários serão divulgadas com antecedência no referido endereço eletrônico, e na plataforma Teams.

8 Outras informações

É imprescindível que os alunos leiam as informações complementares divulgadas no site da disciplina http://renato.aerospace.unb.br/contr_sist_aeroespacial, e acompanhem o quadro de aviso no mesmo endereço eletrônico. Havendo a necessidade, eventuais mudanças e ajustes poderão acontecer ao longo do semestre com vistas a aumentar a eficiência das atividades e metodologias previstas. Maiores esclarecimentos, favor entrar em contato diretamente com o professor responsável.