



## PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC N<sup>o</sup> 544, de 16 de junho de 2020, e à Resolução Normativa N<sup>o</sup> 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

### EMC5251 – Introdução à Robótica Industrial

#### 1) Identificação

Carga horária: **72** horas-aula, das quais: Teóricas: 72 horas-aula, Práticas: 0 horas-aula.

Turmas: **07220** (obrigatória Eng de Cont. e Automação) e **10203** (optativa Eng. Mecânica)

Nome do professor: **Henrique Simas**, [henrique.simas@ufsc.br](mailto:henrique.simas@ufsc.br)

Período: 1<sup>o</sup> semestre de 2020

#### 2) Cursos

220 Engenharia de Controle e Automação

203 Engenharia Mecânica

#### 3) Requisitos

Engenharia de Controle e Automação (220): DAS5113 ou DAS5114

Engenharia Mecânica (203): De acordo com pré-requisitos para a as disciplinas optativas

#### 4) Ementa

Componentes dos robôs; Análises de propriedades cinemáticas; Cinemática de robôs; Introdução à estática de robôs; Introdução à dinâmica dos robôs; Geração de trajetórias para robôs; Controle de robôs; Sensores; Programação de robôs; Aplicações de robôs.

#### 5) Objetivos

##### Geral:

A disciplina de Introdução à Robótica Industrial trata de conceitos, ferramentas, metodologias e técnicas de análise cinemática, estática, dinâmica e de geração de trajetórias para robôs industriais, objetivando permitir ao aluno especificar, projetar, desenvolver e programar robôs para aplicações industriais.

### **Específicos:**

1. Apresentar os conceitos aplicados em mecanismos e robótica;
2. Desenvolver os métodos de análise da cinemática de posição direta e inversa para robôs industriais;
3. Estudo de modelamento da cinemática diferencial;
4. Introduzir os conceitos e equacionamentos para geração de trajetórias planas e espaciais;
5. Ensinar os conceitos relacionados à estática e dinâmica de robôs;
6. Explorar o projeto de robôs em relação ao potencial na indústria e aplicações gerais.

## **6) Conteúdo Programático**

### **6.1. Contextualização [6 horas-aula]**

- 6.1.1. Introdução aos mecanismos e robótica industrial
- 6.1.2. Conceitos e definições aplicados à robótica
- 6.1.3. Análise estrutural de mecanismos e robôs

### **6.2. Descrição da posição e orientação para corpos rígidos [10 horas-aula]**

- 6.2.1. Descrição da localização e orientação - Matrizes
- 6.2.2. Notação mínima – EULER e RPY
- 6.2.3. Notação mínima – Rotação em torno de um eixo
- 6.2.4. Matrizes homogêneas

### **6.3. Cinemática direta: Convenção de Denavit-Hartenberg [10 horas-aula]**

- 6.3.1. Convenção de Denavit-Hartenberg
- 6.3.2. Cinemática direta para robôs planos
- 6.3.3. Cinemática direta para robôs espaciais

### **6.4. Cinemático diferencial [6 horas-aula]**

- 6.4.1. Cálculo da Matriz Jacobiana para robôs – cinemática diferencial direta
  - Método analítico
  - Método geométrico
- 6.4.2. Aplicações

### **6.5. Cinemática inversa [8 horas-aula]**

- 6.5.1. Aspectos conceituais e definições
- 6.5.2. Cinemática inversa para robôs planos
- 6.5.3. Cinemática inversa para robôs espaciais
- 6.5.4. Cinemática diferencial inversa
- 6.5.5. Singularidades e redundância

## **6.6. Estática e dinâmica para robôs [6 horas-aula]**

- 6.6.1. Introdução ao problema da análise forças e torques para robôs indústrias
- 6.6.2. Mapeamento da estática para robôs de cadeia aberta.
- 6.6.2. Introdução ao modelamento dinâmico para robôs

## **6.7. Geração e planejamento de trajetórias para robôs industriais [6 horas-aula]**

- 6.6.1. Trajetórias ponto-a-ponto
  - Trajetórias polinomiais
  - Trajetórias com perfil trapezoidal
- 6.6.2. Trajetórias contínuas

## **6.8. Seminários [12 horas-aula]**

- 6.8.1. Assuntos variados e complementares nas áreas da robótica. Seminários preparados por alunos (duplas) ministrados remotamente

## **7) Metodologia**

Os aspectos teóricos da disciplina serão abordados ao longo do semestre em aulas remotas síncronas por meio da apresentação de aulas expositivas dialogadas, apresentação de exercícios, leitura e discussão de textos pertinentes. Ao final do semestre os alunos apresentarão um seminário (em duplas) como forma de complementação e consolidação do conteúdo da disciplina.

De forma complementar a metodologia, e considerando a questão da pandemia, cabe ressaltar os seguintes aspectos:

- Haverá uma breve revisão dos tópicos 1 da disciplina, pois esse já haviam sido abordados antes da suspensão do semestre.
- As atividades assíncronas serão disponibilizadas através do **MOODLE**, com o suporte de material de apoio em meio digital.
- Haverá 2 aulas síncronas, nas datas descritas no cronograma, com o objetivo de resolver exercícios e sanar dúvidas.
- As aulas síncronas ocorrerão no horário oficial da disciplina, nas terças e quintas feiras das 08:20h as 10:00h.
- As aulas síncronas ocorrerão sempre no horário oficial da disciplina, mas somente nos dias e horários indicados no Cronograma da disciplina.
- O link para as aulas síncronas será fornecido no **MOODLE**.
- O atendimento individual para sanar dúvidas ocorrerá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no **MOODLE**.

## **8) Avaliação**

Ocorrerá através de 3 (três) avaliações, a saber: 2 provas (P1 e P2), e 1 seminário (S). A média final (MF) será calculada pela média ponderada destas avaliações com pesos 4,4 e 2, respectivamente, ou seja:

$$MF = \frac{P1 \times 4 + P2 \times 4 + S \times 2}{10}$$

Conforme parágrafo 2º do artigo 70 da Resolução 17/CUn/97, o aluno com frequência suficiente (FS) e média final no período (MF) entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação ao final do semestre (REC), sendo a nota final (NF) calculada conforme parágrafo 3º do artigo 71 desta resolução, ou seja:

$$NF = \frac{MF + REC}{2}$$

Sobre as frequência e participação dos alunos: A frequência suficiente ao curso é obrigatória. A frequência poderá ser registrada, ou pelo docente, ou pelo próprio aluno, em cada acesso às aulas síncronas, utilizando o registro de frequência do MOODLE. O aluno também poderá ser requisitado a registrar frequência no acesso às aulas assíncronas.

## 9) Cronograma

1. As aulas síncronas serão realizadas no horário oficial da disciplina, usando ferramentas síncronas, nas **3<sup>as</sup> e 5<sup>as</sup> entre 08h20min e 10h00min.**
2. As avaliações serão online, nos horários oficiais da disciplina, nos dias
  - a. 1ª avaliação escrita: **13/10**
  - b. 2ª avaliação escrita: **01/12**
  - c. Avaliação substitutiva dia **03/12**
  - d. Avaliação de recuperação no dia **08/12**
3. As avaliações online em horários distintos daqueles da disciplina, usando ferramentas assíncronas, serão realizadas nos dias **13/10, 01/12, 03/12 e 08/12**, com início às **8h00min** e término às **10h00min.**
4. Os seminários serão apresentados em **duplas** entre os dias **10/11 e 24/11**, em datas correspondentes às aulas síncronas e assuntos a serem definidos por cada grupo.

## 10) Bibliografia Básica

**Robotic: Modelling, Planning and Control**, Bruno Siciliano, Lorenzo Sciavicco, Luigi Villani. in *Advanced Textbooks in Control and Signal Processing* (2009).

**Theory of Applied Robotics: Kinematics, Dynamics, and Control** (2nd Edition) Reza N. Jazar (2010)

**Handbook of Robotics** Bruno Siciliano Prof., Oussama Khatib Prof. (2008)

### Observações:

- Os slides e os vídeos elaborados para esta disciplina serão suficientes como fonte de referência para o aluno estudar, aprender e se preparar para as avaliações.
- Os materiais digitais utilizados na disciplina estarão disponibilizados no ambiente MOODLE da disciplina. Os vídeos disponibilizados no YOUTUBE estarão referenciados por meio de links no MOODLE.
- Solicita-se que os vídeos não sejam enviados para outras pessoas, diferentes daquelas matriculadas nessa disciplina e turma, com o risco de ferir direitos autorais.
- Os livros abaixo descritos estão disponíveis no acervo digital da BU, no link:  
<http://link.springer.com/search>