



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂTRONICA

PLANO DE ENSINO **REMOTO EMERGENCIAL**

1. IDENTIFICAÇÃO

<b>COMPONENTE CURRICULAR: ROBÓTICA</b>				
<b>UNIDADE OFERTANTE: FEMEC</b>				
<b>CÓDIGO: FEMEC42094</b>		<b>PERÍODO/SÉRIE: 9</b>		<b>TURMA:</b>
<b>CH TEÓRICA:</b> 45	<b>CH PRÁTICA:</b> 15	<b>CH TOTAL:</b> 60	<b>OBRIGATORIA: ( X )</b>	<b>OPTATIVA: ( )</b>
<b>PROFESSOR: Dr. Rogério Sales Gonçalves</b>				<b>ANO/SEMESTRE:</b> R01/2020 – 2ª Etapa.
<b>OBSERVAÇÕES:</b> Disciplina ministrada de forma remota em conformidade a <b>RESOLUÇÃO CONGRAD N° 7/2020</b> , que "Dispõe sobre a instituição, autorização e recomendação de <b>Atividades Acadêmicas Remotas Emergenciais</b> , em caráter excepcional e facultativo, em razão da epidemia da COVID-19, no âmbito do ensino da Graduação na Universidade Federal de Uberlândia"				
<b>Quantidade de Alunos: 20</b>				

2. EMENTA

Introdução; Modelagem Estrutural; Estudo de Trajetórias; Acionamento de Robôs e Controle; Aplicações.

3. JUSTIFICATIVA

A Robótica preocupa-se com o desenvolvimento de robôs ou dispositivos robóticos, e constitui-se numa área multidisciplinar altamente ativa que busca o desenvolvimento e integração de técnicas e algoritmos para a concepção de equipamentos. Os robôs foram utilizados inicialmente na indústria automobilística, a partir da década de 60, sendo constituídos de dispositivos manipuladores programáveis e multifuncionais, projetados para manipular materiais e efetuar movimentos controlados de forma a executar tarefas repetitivas ou que exigiam esforços extremos tais como transporte, soldagem e pintura em veículos. Desta forma os robôs são utilizados em ambientes hostis aos seres humanos. Hoje os robôs são utilizados nos mais diversos processos de fabricação industrial e apresentam capacidade de executar tarefas com eficiência e repetibilidade. Além disso, eles podem incorporar dispositivos sensoriais, tornando-se capazes de tomar decisões, executar tarefas com precisão e ainda interagir com o ser humano.

## 4. OBJETIVO

**Objetivo Geral:** Conhecer os tipos mais importantes de robôs manipuladores e suas aplicações. Modelar o comportamento cinemático e dinâmico de robôs. Elaborar rotinas simples de programação de robôs.

## 5. PROGRAMA

### 1. Introdução

- 1.1. Definições e objetivos
- 1.2. Histórico da automação industrial
- 1.3. Classificação dos robôs

### 2. Modelagem estrutural

- 2.1. Arquitetura dos robôs e espaço de trabalho
- 2.2. Modelagem geométrica direta
  - 2.2.1. Transformação de coordenadas
  - 2.2.2. Parâmetros de Denavit-Hartenberg
- 2.3. Modelagem geométrica inversa
- 2.4. Modelagem cinemática
  - 2.4.1. Método da linearização
  - 2.4.2. Método da inversa generalizada
  - 2.4.3. Método da cinemática dos sólidos
- 2.5. Modelagem dinâmica
  - 2.5.1. Teoria geral (Newton-Euler)
  - 2.5.2. Método de Lagrange

### 3. Estudo de trajetórias

- 3.1. Trajetórias ponto a ponto
- 3.2. Trajetórias polinomiais
- 3.3. Trajetórias cúbicas

### 4. Introdução ao estudo de efetuadores

### 5. Acionamento de robôs manipuladores

- 5.1. Carga e transmissão mecânica
- 5.2. Servomotores elétricos
- 5.3. Controle de junta

### 6. Aspectos gerais sobre a modelagem de estruturas robóticas paralelas

### 7. Atividades de Laboratório

As atividades de laboratório consistem na programação de robôs industriais para a execução de operações definidas para cada grupo de alunos, e que será desenvolvida ao longo da disciplina.

- 7.1. Aspectos de segurança na operação de robôs
- 7.2. Comandos utilizados na programação do robô
- 7.3. Programação e operação de robôs

## 6. METODOLOGIA

Em conformidade com a resolução CONGRAD N° 7/2020, as atividades foram discretizadas em Síncronas (Atividades onde os alunos e o docente se encontram de forma *on-line* no mesmo instante e no mesmo ambiente virtual, onde dúvidas e questionamentos poderão ser feitos em tempo real) e Assíncronas (Atividades que ocorrem sem a presença em tempo real do professor. Permite que os alunos desenvolvam o aprendizado de acordo com a própria disponibilidade de tempo e local de preferência), dividindo a carga horária total de 60h, assim como se segue:

### Atividades Síncronas (20h)

- **Plataforma de TI:** <https://drive.google.com/drive/folders/1s6J8HULj5ovK1qz-AyQq-kQK30g4eqJ8?usp=sharing>  
onde serão disponibilizados os materiais necessários para realização da disciplina;
- **Softwares a serem utilizados:** Skype, Microsoft Teams, Google Meet.  
<https://meet.google.com/ikd-ufyp-oky>

### Atividades

Aulas Síncronas = 16 horas - Sexta-feira: 07:10 – 08:50	
Data	Assunto
23/10/2020	Introdução ao curso. Objetivos. Forma de avaliação. Metodologia de trabalho. Os Robôs. Histórico e aplicações.
30/10/2020	Robótica. Definições básicas. Tipos de articulações. Atuadores. Classificação de estruturas.
06/11/2020	Espaço de trabalho.
13/11/2020	Modelagem de robôs manipuladores. Modelagem geométrica.
27/11/2020	Sistema de coordenadas equipolentes.
04/12/2020	Modelagem geométrica de robôs manipuladores. Parâmetros de Denavit-Hartenberg.
11/12/2020	Modelo geométrico inverso de robôs manipuladores.
18/12/2020	Modelos variacional e diferencial de robôs manipuladores. Jacobiano. Singularidades.
	Modelagem cinemática.
	Modelo dinâmico de robôs manipuladores.
	Modelo dinâmico de robôs manipuladores, Fechamento da disciplina.

Aulas Síncronas = Quarta-feira – 13:10 – 14:50 – 4h	
04/11/2020	Segurança em robótica. Tipos de elementos terminais de robôs manipuladores (garras e ferramentas especiais).
11/11/2020	Planejamento de trajetórias. Trajetórias ponto a ponto, Trajetórias polinomiais, Trajetórias cúbicas.

<b>Aulas Práticas Assíncronas (Gravações explicando a utilização de robôs industriais, complementadas com apostilas e softwares) - 18h.</b>	
<b>1h</b>	Aula Prática de Laboratório – 1. Programação robô industrial. Movimentação do robô, sistemas de coordenadas, definição de trajetórias.
<b>1h</b>	Aula Prática de Laboratório – 2. Programação robô industrial. Trajetórias joint e Lineares.
<b>1h</b>	Aula Prática de Laboratório – 3. Programação robô industrial. Trajetórias circulares e splines.
<b>1h</b>	Aula Prática de Laboratório – 4. Programação robô industrial. Modificação de programas. Programação robô industrial. Acionamento de dispositivos auxiliares: esteiras, cilindros eletropneumáticos, ventosas, etc.
<b>1h</b>	Aula Prática de Laboratório – 5. Programação robô industrial. Acionamento de dispositivos auxiliares: esteiras, cilindros eletropneumáticos, ventosas, etc. Programação Robô SCARA.
<b>1h</b>	Aula Prática de Laboratório – 6. Programação Robô SCARA.
<b>12h</b>	Avaliações – Trabalhos em softwares <b>free</b> de simulação de robôs.

### **Atividades Assíncronas (22h + 18h – Atividades Práticas Assíncronas)**

- **Conteúdo:** Leituras individualizadas, Listas de exercícios/trabalhos.
- **Plataforma de TI:** <https://drive.google.com/drive/folders/1s6J8HULj5ovK1qz-AyQq-kQK30g4eqJ8?usp=sharing>  
onde serão disponibilizados os materiais necessários para realização da disciplina;
- **Softwares a serem utilizados:** Skype, Microsoft Teams, Google Meet.  
<https://meet.google.com/ikd-ufyp-oky>
- **Softwares a serem utilizados:** Microsoft Teams, Google Meet, Google Forms.

## **7. AVALIAÇÃO**

### **Total de pontos: 100 pontos**

#### **Listas de exercícios**

Lista 1 – Espaço de trabalho (10 pontos) – 13/11/2020

Lista 2 – Modelo Geométrico Direto Coordenadas Equipolentes (10 pontos) – 27/11/2020

Lista 3 – Modelo Geométrico Direto Denavit-Hartenberg (10 pontos) – 04/12/2020

Lista 4 – Modelo Geométrico Inverso (10 pontos) – 11/12/2020

Lista 5 – Modelo Dinâmico (10 pontos) – 18/12/2020

Avaliação – 30 pontos - 18/12/2020 – Individual começando as 9h e finalizando as 12h.

#### **Trabalho simulação de robôs**

Trabalho 1 – Robô Motoman – 10 pontos – 10/12/2020

Trabalho 2 – Software simulação Hiwin – 10 pontos – 17/12/2020

**Caso o trabalho não seja entregue até a data e hora definida a nota do aluno será zero.**

**O aluno deve enviar por email ([rsgoncalves@ufu.br](mailto:rsgoncalves@ufu.br)) o link para download do trabalho com acesso permitido.**

### **VALIDAÇÃO DA ASSIDUIDADE DOS DISCENTES**

A assiduidade dos discentes será realizada a partir da presença nas aulas síncronas e entrega dos trabalhos nos prazos estipulados.

### **Bibliografia Básica**

ANGELES, J.. "Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms"; Springer-Verlag, 1997

PAUL, R.P.. "Robot Manipulators: Mathematics, Programming, and Control"; MIT Press, 1986

TSAI, L.-W.. "Robot Analysis - The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators", John Wiley & Sons, 1999.

### **Bibliografia Complementar**

ALVES, J, B, M. "Controle de Robô", Cartgraf, 1988.

CARVALHO, J. C. M. "Contribuição ao Estudo de Robôs Manipuladores". Dissertação de Mestrado, UFU, 1986.

GONÇALVES, R. S. "Estudo de Rigidez de Cadeias Cinemáticas Fechadas", 239 p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

GONÇALVES, R. S. "Robô Móvel Suspenso por Fio com Pernas de Comprimentos Variáveis", 116 p. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

MARTINS, A. "O que é Robótica", Brasiliense, 2ª ed., 2007.

ROMANO, V.F., Editor, "Robótica Industrial – Aplicações na Indústria de Manufatura e de Processos", Ed. Edgard Blucher Ltda, 2002.

WOLOVICH, W.A.; "Robotics: Basic Analysis and Design"; HRW, 1985

## **9. APROVAÇÃO**

Aprovado em reunião do Colegiado realizada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Coordenação do Curso de Graduação em: \_\_\_\_\_