

**Roteiro Trabalho Final**  
**ELT 471 – Robótica Industrial**  
**ELT 476 – Laboratório de Robótica Industrial**

Período de confecção através da impressora 3D: 25 a 29 de julho de 2022.

Data de Apresentação dos Protótipos: 04 de agosto de 2022

**Relatório do Projeto**

- 1- Descrição da tarefa tema do trabalho, em função do manipulador sorteado;
- 2- Apresentar um relatório sobre o processo de construção do manipulador robótico;
- 3- Informar os materiais utilizados para construção;
- 4- (P) Apresentar sistema de escala para definição dos ângulos das juntas, a partir do sensor instalado;
- 5- (P) Apresentar a curva de calibração dos sensores. Agregar informação estatística das medições e da curva de regressão;
- 6- Apresentar a cinemática direta e inversa para o manipulador construído, segundo DH. Apresentar as equações na forma literal e criar uma tabela com os valores reais do manipulador construído;
- 7- Apresentar a cinemática direta de velocidade do manipulador;
- 8- Encontrar as condições singulares do manipulador, se existir;
- 9- Apresentar a estratégia de traçado de uma reta no espaço 3D;
- 10- Ilustrar o espaço de trabalho do manipulador robótico.

**Tópicos do trabalho para apresentação**

- 1- Histórico da aplicação e viabilidade econômica
- 2- Análise dos manipuladores usados para tais aplicações
- 3- Vídeos ilustrativos das aplicações
- 4- Analisar o desempenho dos manipuladores com base na tarefa a ser executada.  
Procurar sobre “análise de desempenho de manipuladores robóticos” e focar a análise no tema do trabalho

**Apresentação oral (máximo 15 minutos)**

**Restrições:**

- a) O volume de trabalho mínimo deve ser de 70mm x 70mm x 70mm.
- b) O corpo do manipulador não deve ter um volume superior a 150mm x 150mm x 150mm.
- c) O manipulador deverá ser construído por impressão 3D e/ou de alumínio.

## Montagem Prática

- 1- Criar o modelo em CAD do manipulador robótico a ser construído
- 2- Definir o posicionamento dos sensores e atuadores;
- 3- Projetar o modelo de modo a ocultar o sistema de cabeamento de atuação e sensoramento;
- 4- (P) Evitar que o posicionamento dos cabos atrapalhe a movimentação das articulações;
- 5- (P) Balancear o manipulador, de modo a minimizar toques nas atuações, quando as articulações estiverem em repouso. O balanceamento deverá ser destacado no modelo CAD;
- 6- Projetar o manipulador robótico com restrições físicas de movimento.
- 7- Realizar a construção física do protótipo.

**Nota 1:** Cola quente, durepox, união por interferência e outros artefatos de pouca engenharia para união de juntas e de articulações serão pontuados negativamente no projeto.

**Nota 2:** As articulações e juntas não poderão ser construídas de madeira. Tal material somente poderá ser usado para a construção da base de suporte do manipulador.

## Simulação do Manipulador

- 1- Criar um simulador em MatLab para o manipulador robótico;
- 2- Importar (ou criar) modelo CAD do manipulador;
- 3- Apresentar o espaço de trabalho do manipulador;
- 4- Criar uma rotina para movimentação do braço robótico no espaço 3D;
- 5- Criar funções (ou destacar no código) a cinemática direta e inversa, necessárias para a realização da movimentação do braço;
- 6- Incorporar a rotina de execução de uma linha reta no espaço. Os valores de entrada da posição inicial e final do efetuador poderão ser escolhidas pelo usuário;
- 7- Projetar um controlador para guiar o modelo de junta independente do manipulador robótico construído, durante a execução de uma reta no espaço. (Extra)

## Avaliação do Protótipo:

- a) Os motores das articulações serão alimentados com uma tensão de até 5V por um curto intervalo de tempo. O efetuador irá se mover até uma dada posição. Ao retirar a alimentação dos motores, o manipulador deve permanecer estático na posição alcançada. Assim será avaliada a estabilidade mecânica do manipulador. Este teste será realizado cinco vezes.
- b) Um sinal de tensão será aplicado em cada articulação separadamente. Ao retirar a alimentação, o valor do sensor de posição será medido e comparado com a informação do relatório. Para cada articulação, serão escolhidas três posições angulares. Três medições serão realizadas em cada uma dessas posições. Assim será avaliada a precisão e repetibilidade do manipulador.
- c) As dimensões do manipulador e do volume de trabalho serão avaliadas como requisitos de projeto.

Avaliação do Simulador:

- a) O simulador deverá possuir um modelo CAD similar ao construído fisicamente.
- b) No início do programa, os limites físicos do manipulador, com as restrições do espaço de trabalho, deverão ser apresentados.
- c) Um comando deve permitir ao usuário a entrada de dados de posicionamento inicial e final do efetuador, e de tempo.
- d) A avaliação da cinemática direta e inversa e (Extra) do controlador desacoplado de cada grau de liberdade será feita através da execução da linha reta no espaço 3D.