

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
Disciplina: Introdução à Robótica – Mestrado/Doutorado
Professor: José Maurício S. T. Motta
Período: 2023/01

Dia de entrega: 14/05/2023

1ª LISTA DE EXERCÍCIOS DE AVALIAÇÃO Data: 27/04/2023

Esta lista de exercícios deverá ser entregue pela plataforma Aprender3, até às 23h59 da data acima, no formato de arquivo PDF, sendo permitidos textos escritos à mão. Se os programas estiverem em MATLAB deverão ser entregues na forma de scripts para que seja possível rodar em outro computador com MATLAB instalado e sem chamadas de arquivos com diretórios específicos. No entanto, podem ser utilizadas quaisquer outras linguagens, desde que o código seja impresso em PDF.

Questão 1 (peso 0,10): Considere a figura abaixo. Um robô é colocado a 1 metro de uma mesa cuja duas de suas pernas estão sobre o eixo y_0 , como mostrado. O topo da mesa está a 1 metro de altura da base do robô, e tem 1 metro quadrado. Um sistema de coordenadas $o_1x_1y_1z_1$ é fixado na intersecção de suas arestas da mesa, como mostrado. Um cubo medindo 20cm de lado é colocado no centro da mesa, com um sistema de coordenadas $o_2x_2y_2z_2$ estabelecido no seu centro, como mostrado. Uma câmera é posicionada a 2 metros acima do topo da mesa, com um sistema de coordenadas $o_3x_3y_3z_3$. Ache as transformações homogêneas relacionando cada um desses sistemas ao sistema da base $o_0x_0y_0z_0$. Ache a transformação homogênea relacionando o sistema $o_2x_2y_2z_2$ ao sistema $o_3x_3y_3z_3$.

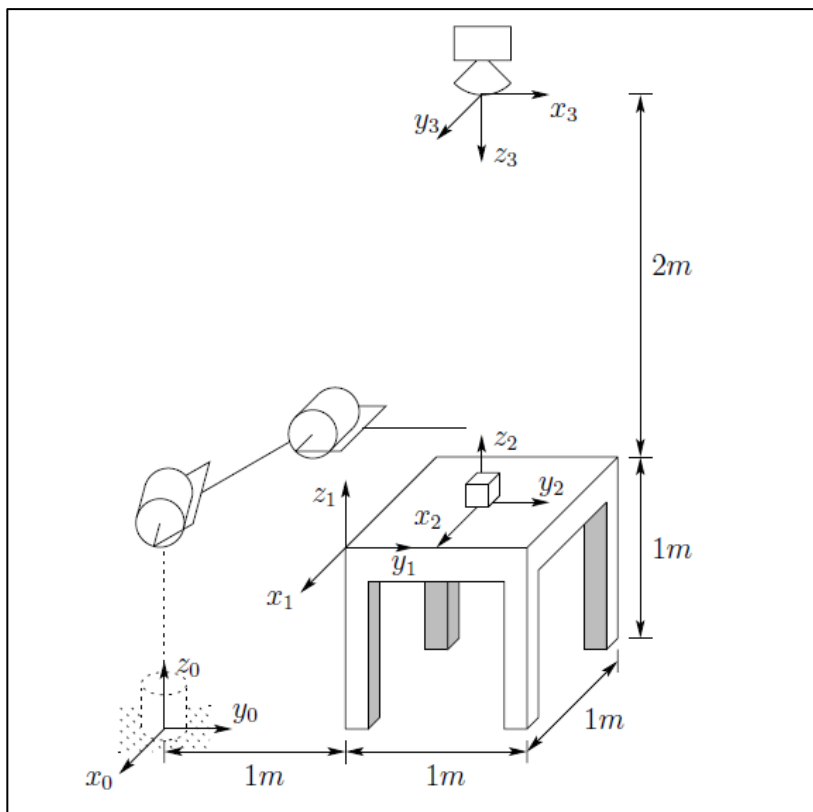


Figura 1

Questão 2 (peso 0,15): Considere o manipulador de 5 graus de liberdade mostrado em sua posição zero. Derive as equações da sua cinemática direta, utilizando, para tanto, a convenção de Denavit-Hartenberg clássica. Não é preciso escrever a matriz geral do manipulador, basta desenvolver as matrizes que relacionam os elos. Derive as equações que resolvem cada um dos ângulos de orientação em X-Y-Z da ferramenta em função das variáveis de junta, na expressão mais simples possível.

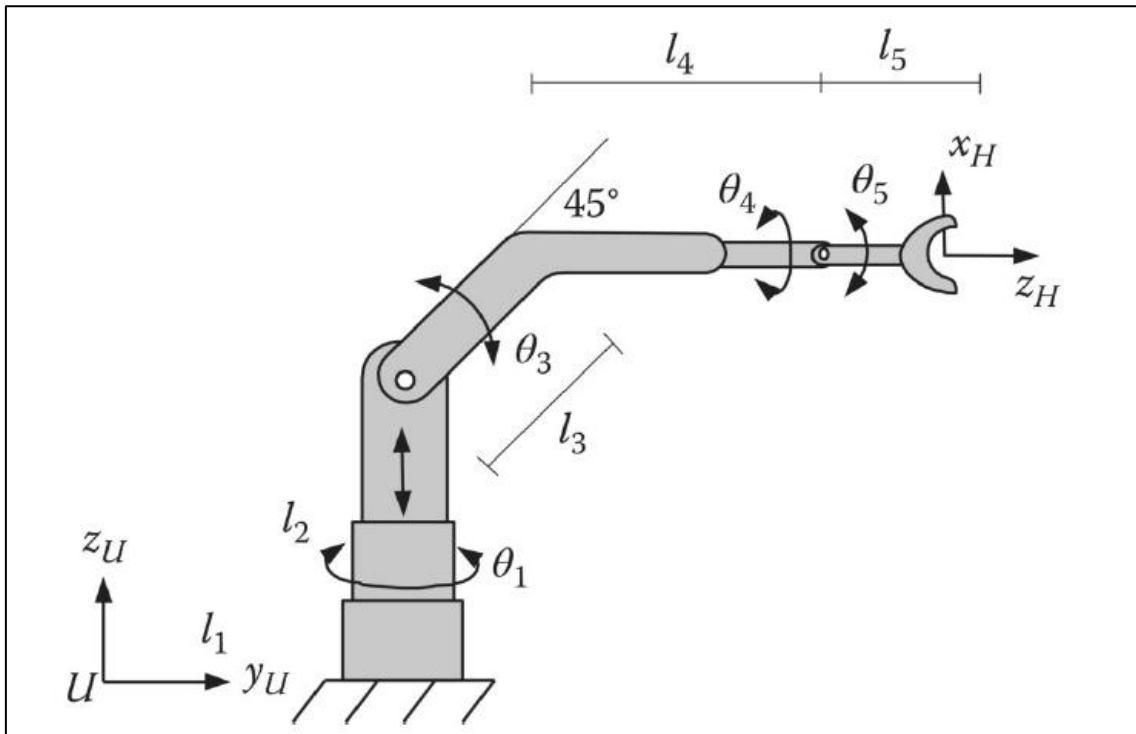


Figura 2

Questão 3 (peso 0,15): Resolva a cinemática inversa da posição para o manipulador mostrado na figura abaixo.

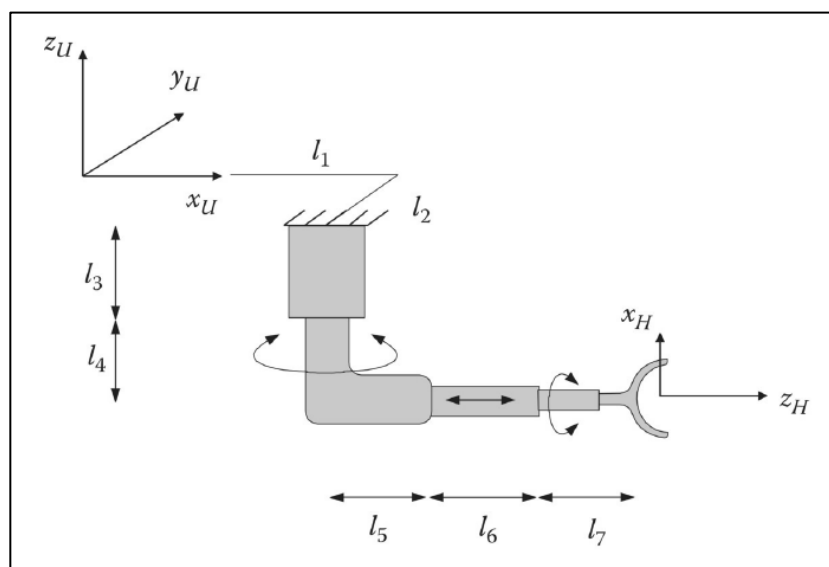


Figura 3

Questão 4 (peso 0,15): Resolva a cinemática inversa da posição para o manipulador cartesiano abaixo.

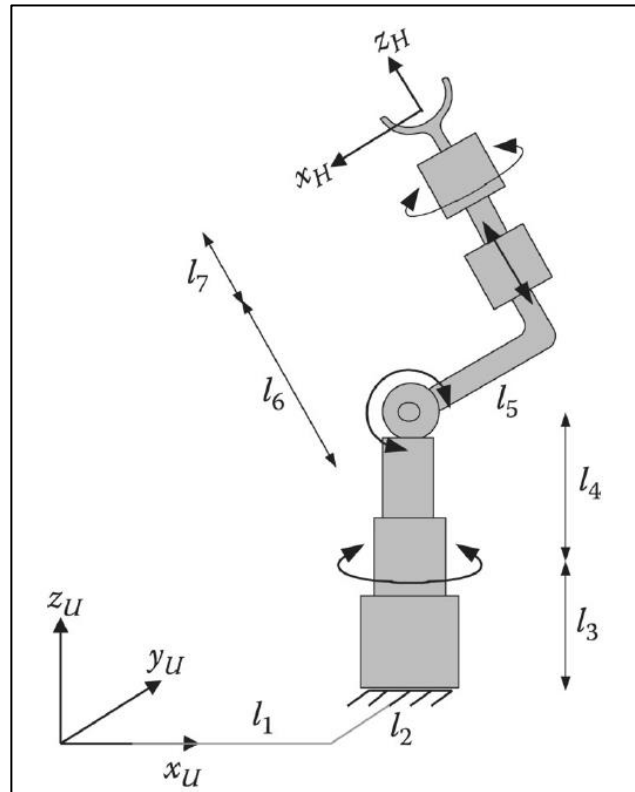


Figura 4

Questão 5 (peso 0,10): Resolva a cinemática inversa da posição para o manipulador cartesiano abaixo.

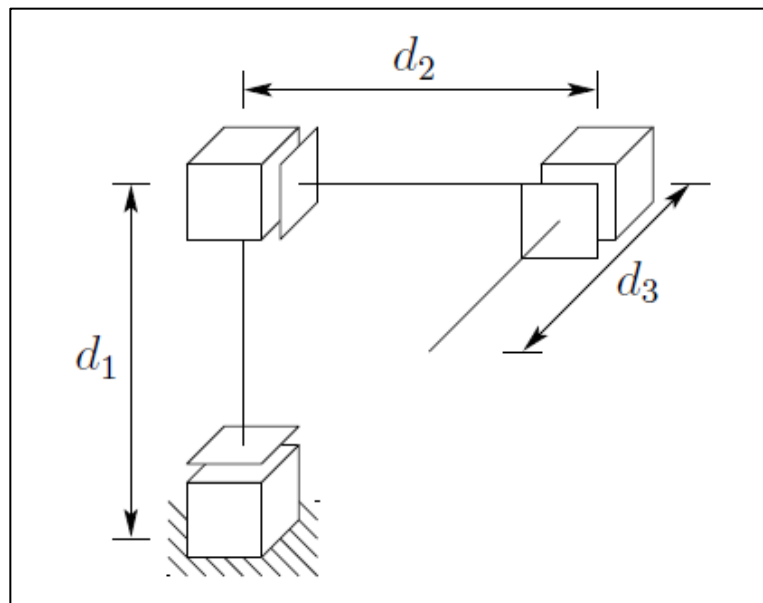


Figura 5

Questão 6 (peso 0,20): Está mostrada abaixo a construção de um robô que tem duas juntas rotativas e uma prismática. Observe que a junta prismática tem um desvio de ℓ_1 a partir da primeira junta até a origem O. A distância entre A e O, ℓ_1 , é constante e o ângulo entre AO e AB é de 90 graus, também constante. A junta 2 é prismática e tem um deslocamento d , variável. Usando os parâmetros geométricos e os deslocamentos de juntas mostrados na figura, responda as seguintes questões:

- Obtenha as equações cinemáticas relacionando a posição e orientação do elemento terminal em função dos deslocamentos das juntas;
- A junta 1 pode girar 45 graus e 135 graus, e a junta 3 pode girar de -90 graus a +90 graus, enquanto a junta 2 pode se mover de ℓ_1 a $2\ell_1$. Esboce o espaço de trabalho do elemento terminal E dentro do plano XY.
- Resolva o problema da cinemática inversa e ache os deslocamentos de juntas que levem o elemento terminal à posição e orientação desejadas: x_e , y_e , ϕ_e .

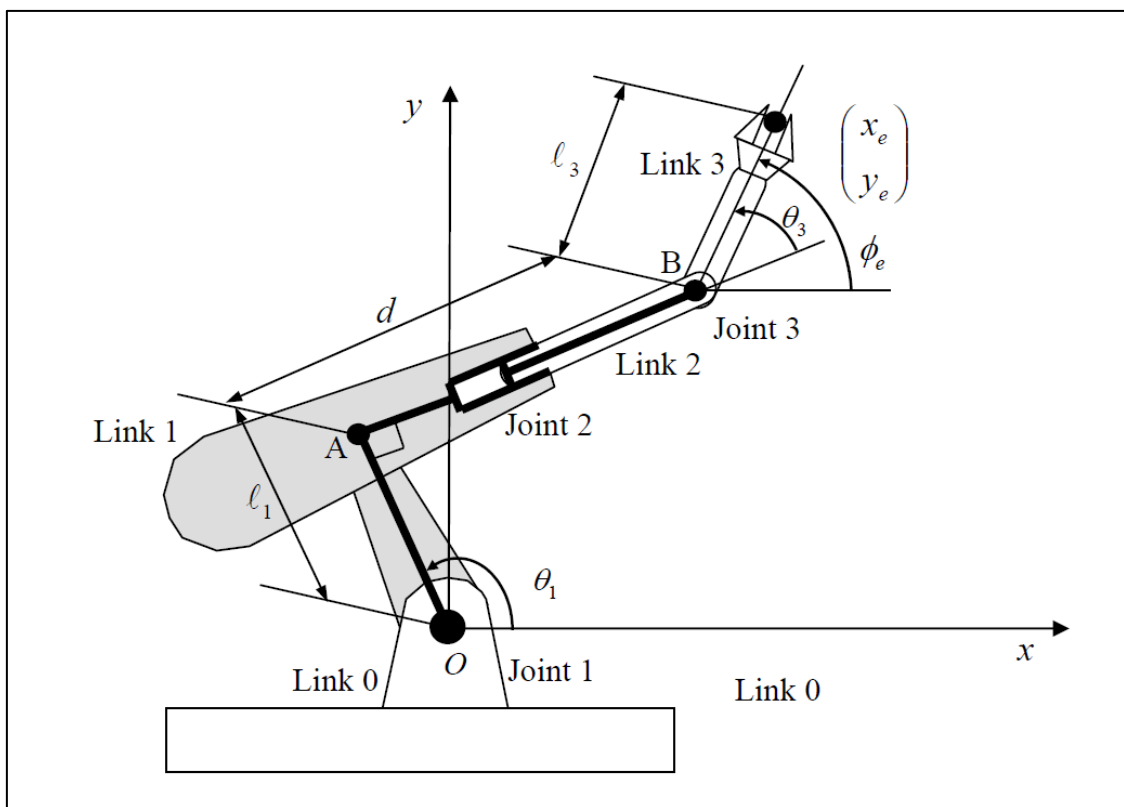


Figura 6

Questão 7 (peso 0,15): Uma caixa foi girada de 30° em torno de um eixo colinear ao eixo $2.\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$. Depois foi girada de 68° em torno de um outro eixo colinear a $\hat{i} + 3.\hat{j} - 2.\hat{k}$. Ambos os eixos de rotação estão representados no sistema fixo de coordenadas. Você deseja retornar a caixa à sua posição e orientação original fazendo a caixa girar em torno de um único eixo. Determine qual a orientação deste eixo e de qual ângulo em torno dele a caixa deveria girar.

Obs.: Os valores positivos dos ângulos têm um significado. Use teoria de quaternions para resolver o problema.