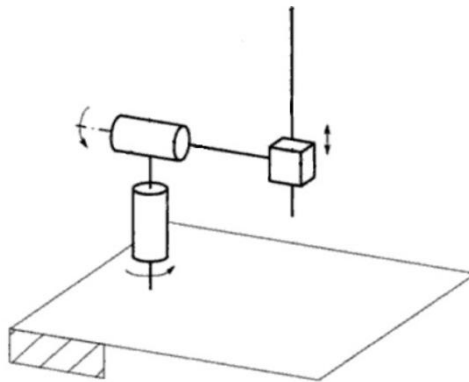
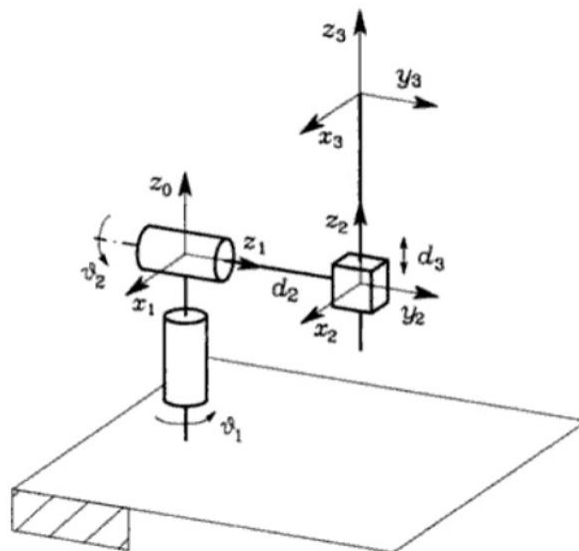


Aluno:

Exercício 1) Determine os parâmetros DH do robô esférico abaixo, e depois descreva o órgão terminal com relação ao sistema da origem.



Utilize os sistemas de coordenadas do manipulador, conforme figura abaixo



Para calcular a posição do órgão terminal, considere os seguintes valores para as variáveis das juntas:

$$\theta_1 = 0^\circ, \theta_2 = 90^\circ, d_3 = 0,2m$$

Assumimos também que $d_1 = d_2 = 0,4m$.

Considerando que a descrição do centro do órgão terminal, com relação ao sistema 3, é:

$$p_3 = [0 \ 0 \ 0]^T$$

Calcule a descrição do órgão terminal em relação a base:

Exercício 2) Validação do modelo de Denavit-Hartenberg.

O presente texto foi retirado do artigo " MODELAGEM CINEMÁTICA DE UM ROBÔ MANIPULADOR" apresentado no COBENGE 2006.

"... O eixo referencial foi estabelecido com uma altura de 9,3cm a partir de um plano fixado como base do manipulador. O primeiro elo, a partir do eixo referencial, possui comprimento de 19,1cm, enquanto que o segundo possui 19,3cm de comprimento. O efetuador foi posicionado no punho, com um comprimento de 3,7cm. Nas Figuras 2 e 3 são demonstrados detalhes da estrutura do protótipo e na Tabela 1 são relacionados os ângulos das juntas e o comprimento dos elos..."

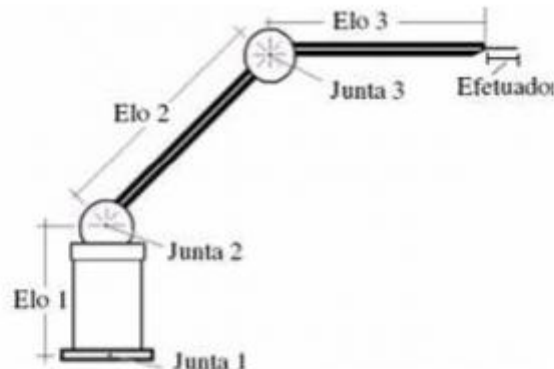


Figura 2- Detalhes da cadeia cinemática do protótipo.



Figura 3- Protótipo da cadeia cinemática do robô manipulador.

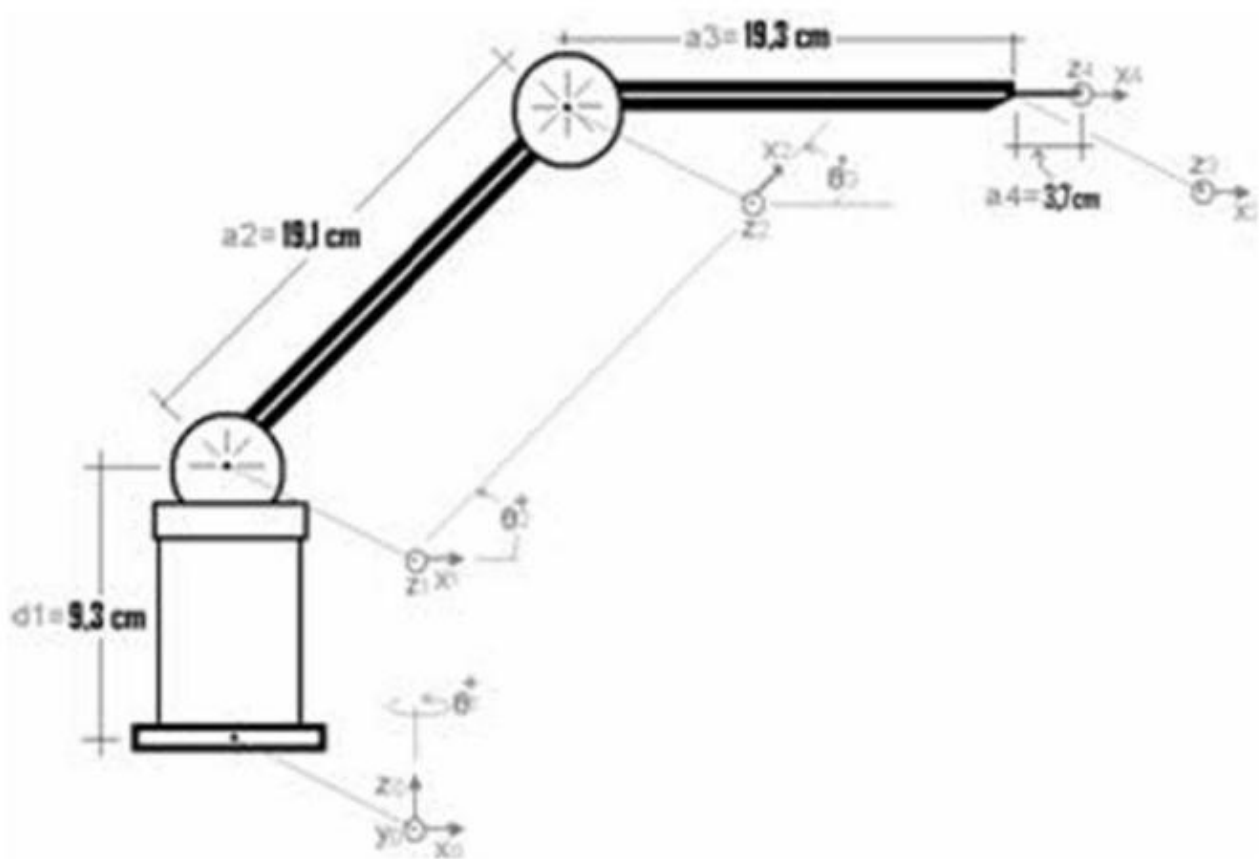
Tabela 1- Elementos da Cadeia Cinemática

ELEMENTO	RANGE	DIMENSÃO
Junta 1	$0^\circ / 90^\circ$	-----
Elo 1	-----	9,3 cm
Junta 2	$0^\circ / 90^\circ$	-----
Elo 2	-----	19,1 cm
Junta 3	$-90^\circ / 0^\circ$	-----
Elo 3	-----	19,3 cm
Efetuator	-----	3,7 cm

"...Como pode ser visto na Figura 3, os elos do manipulador foram constituídos por perfis de alumínio. Para a tomada das medidas dos parâmetros do manipulador e da posição final do

efetuador, foi fixada uma folha de papel milimetrado na base do protótipo e uma escala em cada uma das juntas...".

Abaixo segue a cadeia cinemática com os parâmetros de Denavit-Hartenberg

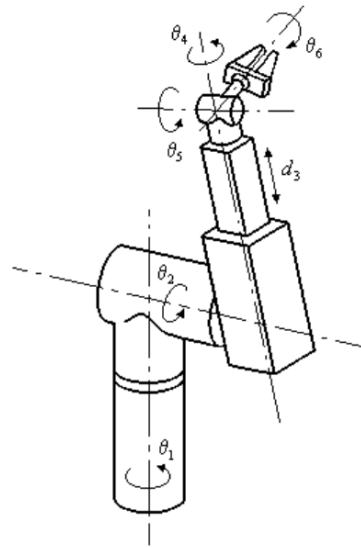


Com base no que foi dado até o momento, pede-se:

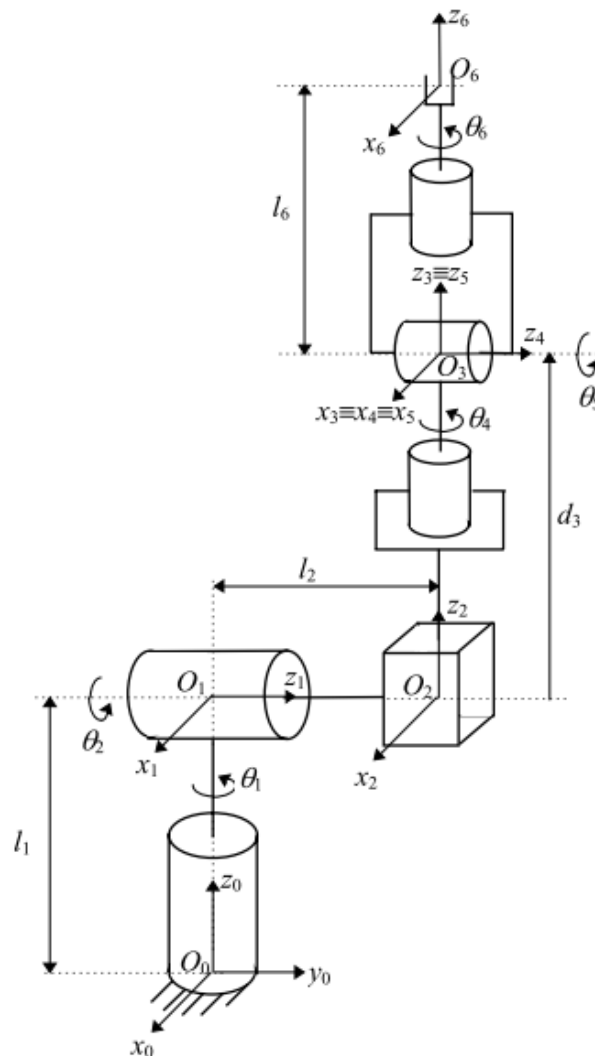
- Determinação das matrizes homogêneas parciais
- Determinação da matriz homogênea total
- Validação do modelo encontrado para um posicionamento de $\varphi_1 = 45^\circ$, $\varphi_2 = 90^\circ$ e $\varphi_3 = -70^\circ$.
- Para os valores medidos qual o erro relativo encontrado pelo método teórico os valores medidos são: $X = 15,3 \text{ cm}$; $Y = 15,3 \text{ cm}$ e $Z = 36,3 \text{ cm}$.

Exercício 3)

Robô de Stanford. A Figura abaixo apresenta o robô de Stanford de 6 graus de liberdade, sendo 5 articulações de revolução e uma prismática.



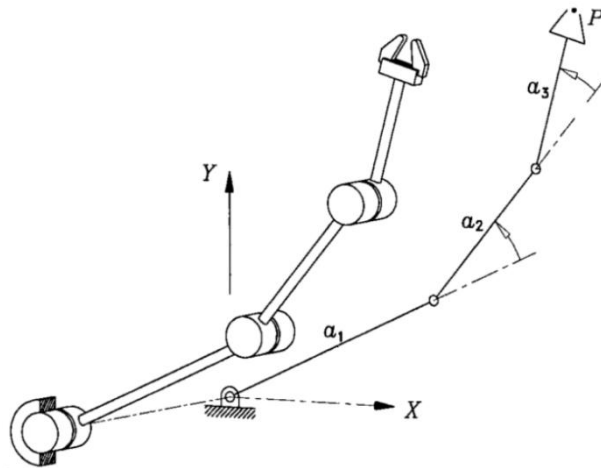
A próxima Figura apresenta um esquema deste robô com as suas articulações e com os sistemas de coordenadas posicionados nos ligamentos.



Dada a posição do manipulador apresentada acima, determine os parâmetros de D.H. bem como as matrizes de transformações homogêneas parciais e a matriz de transformação homogênea total.

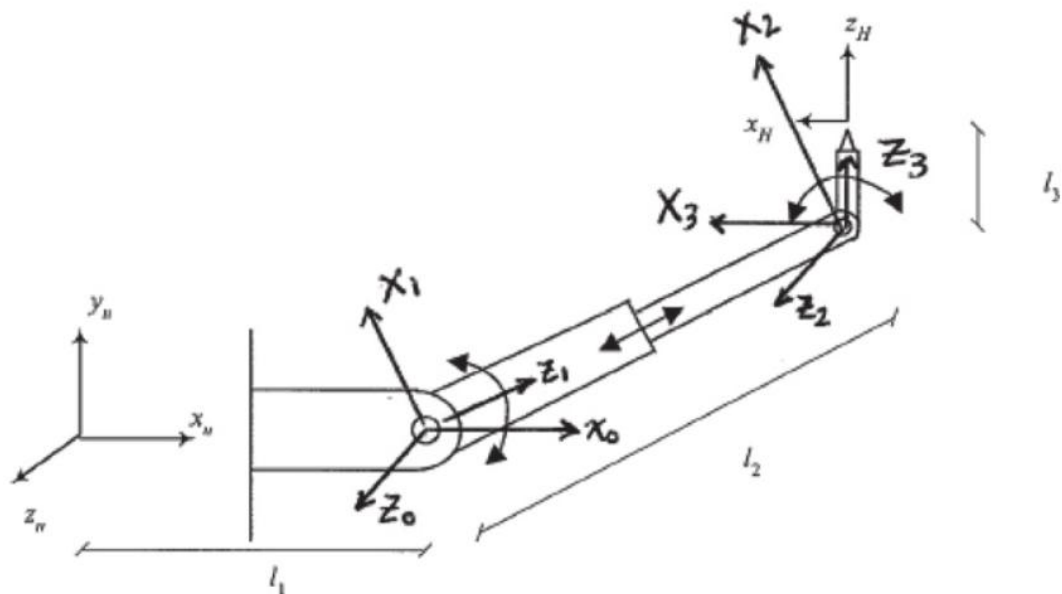
Exercício 4)

Para o robô planar de três graus de liberdade abaixo:



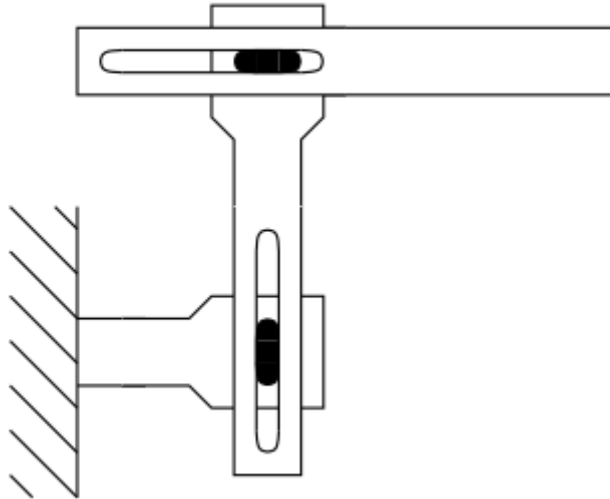
- Determine os parâmetros DH;
- Explique o significado de cada um dos parâmetros encontrados
- Determine a posição do órgão terminal para os seguintes parâmetros:
 $a_1 = a_2 = a_3 = 40\text{cm}$;
 $\theta_1 = 30^\circ$
 $\theta_2 = 0^\circ$
 $\theta_3 = 45^\circ$

Exercício 5) Um robô de pulverização especial de 3-DOF foi concebido como se segue:

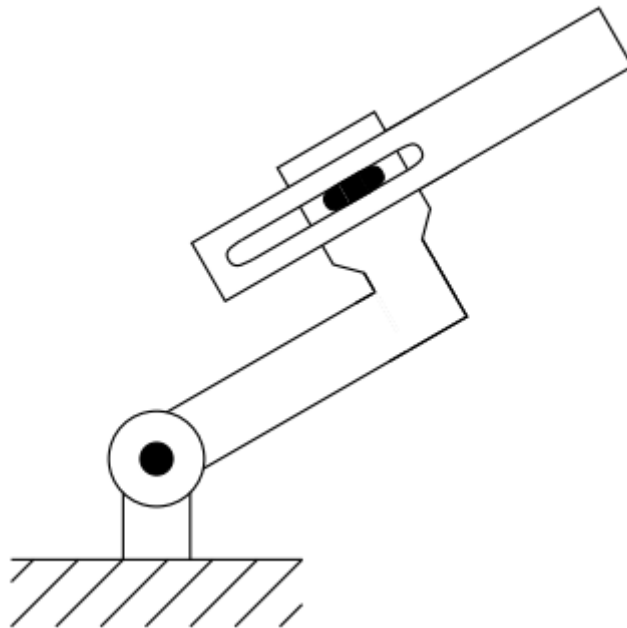


- Preencha a tabela de parâmetros.
- Escreva todas as matrizes A .
- Escreva a matriz ${}^U T_H$ em função das matrizes A .

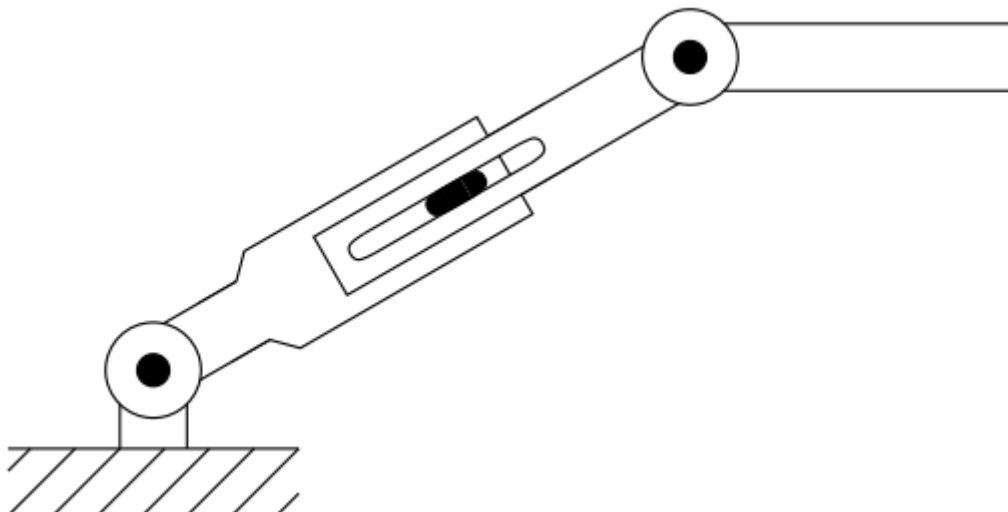
Exercício 6) Consider the two-link cartesian manipulator. Derive the forward kinematic equations using the DH-convention.



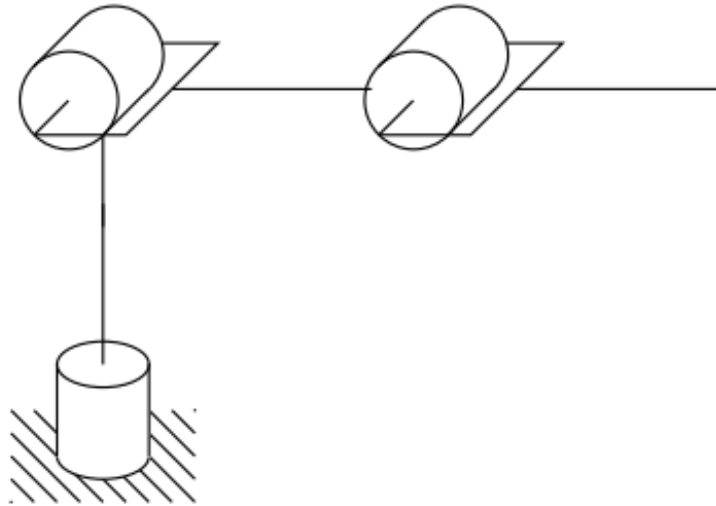
Exercício 7) Consider the two-link manipulator which has joint 1 revolute and joint 2 prismatic. Derive the forward kinematic equations using the DH-convention.



Exercício 8) Consider the three-link planar manipulator. Derive the forward kinematic equations using the DH-convention.



Exercício 9) Consider the three-link articulated robot. Derive the forward kinematic equations using the DH-convention.



Exercício 10) Consider the three-link cartesian manipulator. Derive the forward kinematic equations using the DH-convention.

