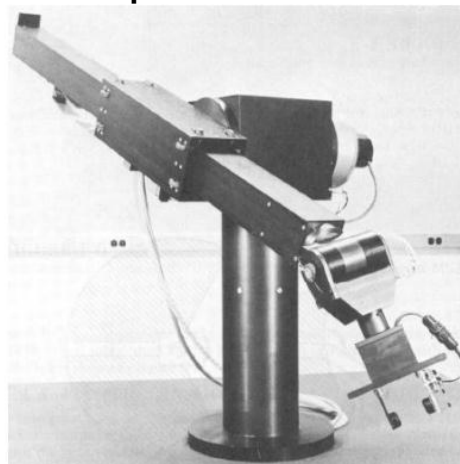
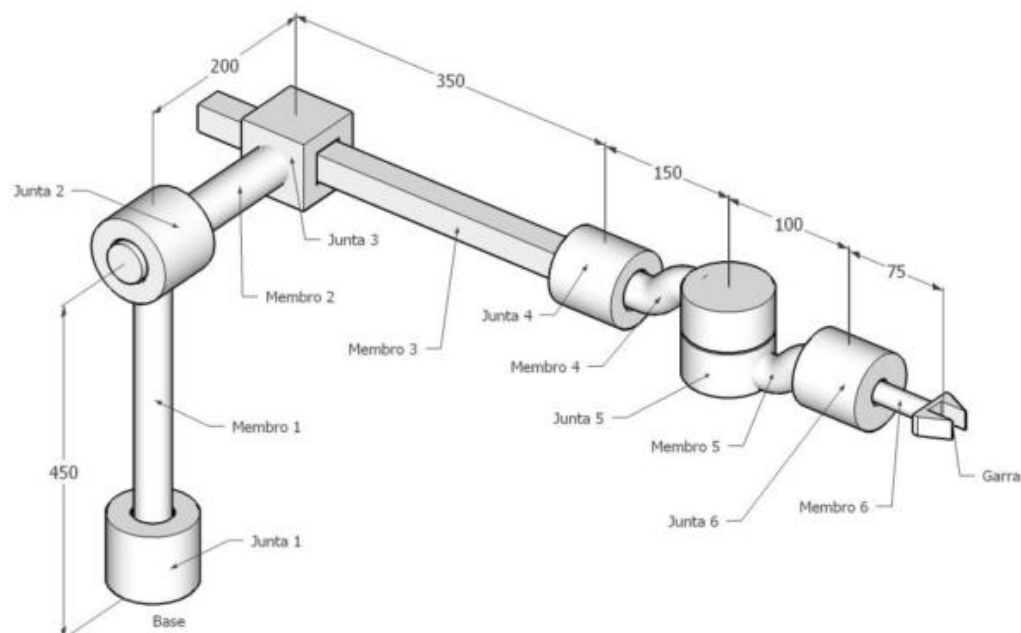


Aluno:

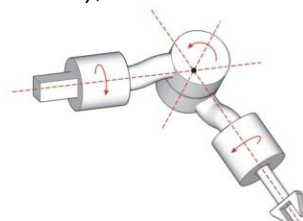
### Questão 1) Cinemática direta para o manipulador Stanford

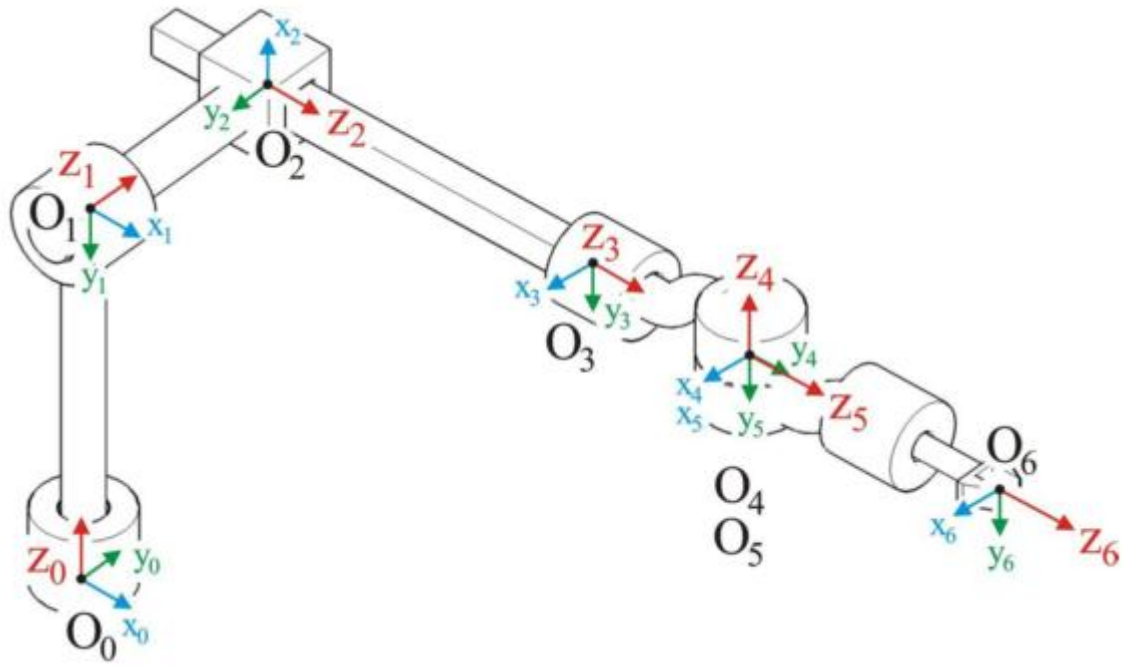


Características: Ele possui seis graus de liberdade, sendo os três primeiros no corpo do manipulador e os três últimos formando um punho esférico.



É importante destacar na anatomia deste manipulador a existência de um punho esférico, formado pelas últimas três juntas e pelos membros 4 e 5. A principal característica deste componente é que os eixos das juntas 4, 5 e 6 se interceptam em um único ponto (figura abaixo), chamado centro do punho.





**Manipulador com todos os sistemas de coordenadas definidos**

Determine:

- Parâmetros de Denavit-Hartenberg para o manipulador Stanford.
- Escrever uma matriz de transformação homogênea para cada junta
- Encontrar a matriz de transformação homogênea total
- Determine a posição do órgão terminal para:

$$q = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ d_3 \\ \theta_4 \\ \theta_5 \\ \theta_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -90^\circ \\ 350mm \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

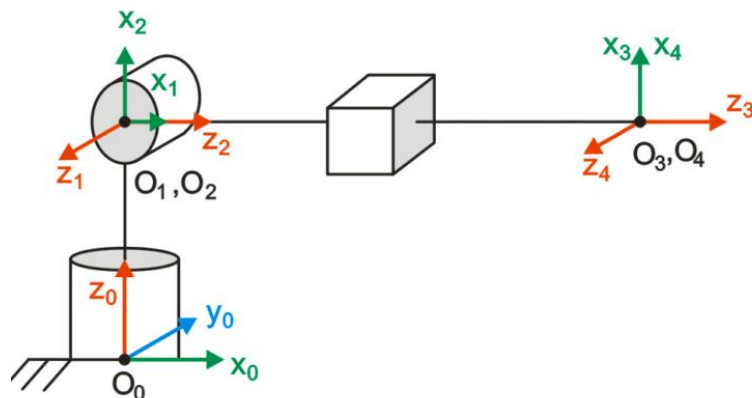
- Determine a posição do órgão terminal para:

$$q = \begin{bmatrix} 30^\circ \\ 45^\circ \\ 200mm \\ 90^\circ \\ 45^\circ \\ -90^\circ \end{bmatrix}$$

**Questão 2) Determine a solução para a cinemática inversa de orientação para o manipulador cujos dados são apresentados abaixo**

$$\mathbf{H}_0^6 = \begin{bmatrix} -0,71 & -0,71 & 0 & 770 \\ -0,71 & 0,71 & 0 & 50 \\ 0 & 0 & -1 & -301,6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{R}_0^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Questão 3) Dadas as equações que definem a cinemática inversa de posição para o manipulador abaixo.



$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{p_y}{p_x}\right), \quad \theta_2 = \arctan\left(\frac{s}{r}\right) + \frac{\pi}{2} \quad \text{e} \quad d_3 = \sqrt{r^2 + s^2},$$

$$s = p_z - d_1 \quad \text{e} \quad r = \sqrt{p_x^2 + p_y^2}.$$

O manipulador possui os seguintes parâmetros de Denavit-Hartenberg e as seguintes coordenadas para o centro do punho,

$i$	$a_i$	$\alpha_i$	$d_i$	$\theta_i$
1	0	$\pi/2$	525	$\theta_1 *$
2	0	$\pi/2$	0	$\theta_2 *$
3	0	0	$d_3 *$	0

$$\mathbf{p}_c = \begin{bmatrix} 0 \\ 750 \\ 525 \end{bmatrix}$$

Determine as variáveis das juntas para a cinemática inversa de posição.

Questão 4) Para piorar a situação foi anexado um punho esférico no manipulado em questão, tornando um manipulador de 6 DOF. Calcule a cinemática inversa de orientação, dada a seguinte matriz de transformação homogênea total:

$i$	$a_i$	$\alpha_i$	$d_i$	$\theta_i$
1	0	$\pi/2$	525	$\theta_1 *$
2	0	$\pi/2$	0	$\theta_2 *$
3	0	0	$d_3 *$	0
4	0	$-\pi/2$	0	$\theta_4 *$
5	0	$\pi/2$	0	$\theta_5 *$
6	0	0	100	$\theta_6 *$

$$\mathbf{H}_0^6 = \begin{bmatrix} 0,97 & 0,26 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 850 \\ 0,26 & -0,97 & 0 & 525 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$