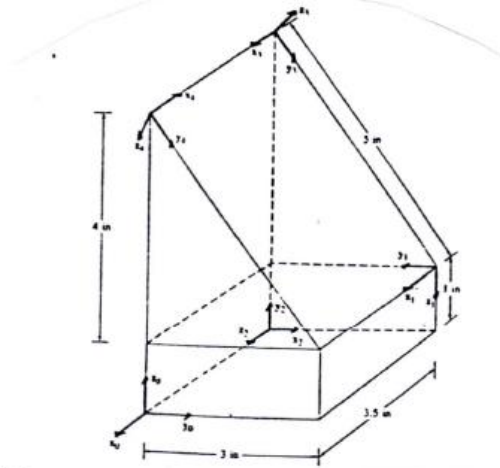


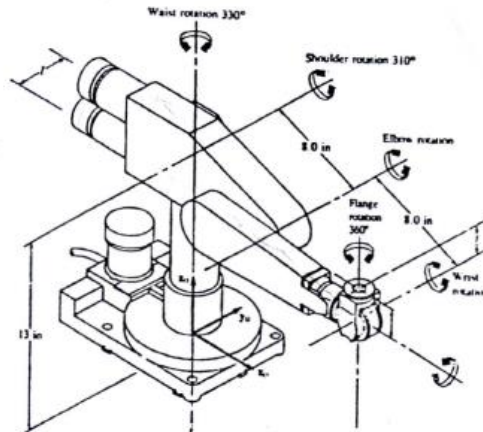
PMR 2560- LISTA 1

1- Dados os sistemas de coordenadas da figura abaixo, calcule:

- As matrizes de transformação homogênea A_{i-1}^i e A_0^i , $i = 1, 2, 3, 4$.
- A matriz de rotação do sistema de coordenadas 4 para o da base.
- A orientação de cada sistema em relação à base em termos dos parâmetros de Euler.
- A orientação de cada sistema em relação à base em termos dos ângulos de Euler.
- A orientação de cada sistema em relação à base em termos dos ângulos de “roll-pitch-yaw”



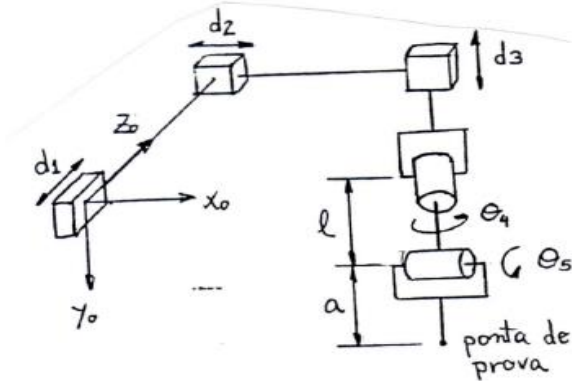
2-Dado o robô PUMA da figura abaixo



- Encontre os parâmetros de Denavit-Hartenberg e as matrizes de transformação homogênea A_{i-1}^i para o robô
- Calcule a matriz de transformação homogênea que relaciona o sistema do efetuador com o sistema da base.
- Obtenha as expressões que fornecem a orientação do efetuador em função das posições das articulações em termos dos parâmetros de Euler.

Observação: Os exercícios 1 e 2 podem ser encontrados no livro de Fu e Gonzales (uma das nossas referências). No exercício 1, o lado menor do paralelepípedo na base vale 3 polegadas e o maior 3,5. A hipotenusa do prisma vale 5 polegadas e a altura 4 polegadas. Outra opção é você adotar parâmetros “a”, “b”, etc. para essas dimensões.

3. Considere o desenho esquemático do robô abaixo. Tal esquema representa a estrutura cinemática da mesa de coordenadas na Mitutoyo com a ponta de prova, presente no departamento de engenharia mecatrônica da EPUSP. A função de uma mesa de coordenadas é realizar medições de peças e componentes. Ela tem altíssima precisão, com valores no intervalo de 1 a 5 μm . Pede-se:



- Como você acha que são obtidas as dimensões medidas numa mesa de coordenadas?
- Encontre os parâmetros de Denavit-Hartenberg e as matrizes de transformação homogênea para a mesa de coordenadas
- Os 2 últimos graus de liberdade são realmente necessários para a mesa de coordenadas? Justifique.
- Encontre a matriz Jacobiano
- Sem necessidade de se calcular o determinante do Jacobiano, você acha que existe alguma configuração singular? Em caso afirmativo, indique-a.
- Como se pode obter os erros de medição de uma mesa de coordenadas a partir dos erros de posicionamento das juntas? Utilizando uma aproximação de primeira ordem, obtenha as expressões dos erros de posição da ponta de prova a partir dos erros de posicionamento das juntas.

4. Considere o robô plano-de 3 articulações de revolução da figura 4 abaixo. O ligamento 1 tem comprimento a , o ligamento 2 tem comprimento h e o ligamento 3 tem comprimento zero.

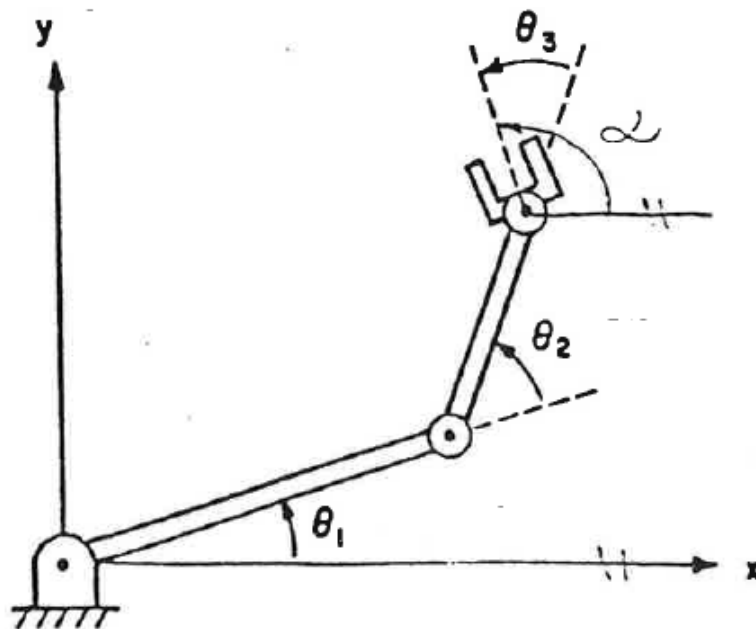
a) Determine as equações da cinemática para frente, isto é, ache a posição e orientação do efetuador em função das posições das articulações.

b) Diferencie as três equações obtidas na parte (a) e obtenha a matriz Jacobiano, \underline{J} .

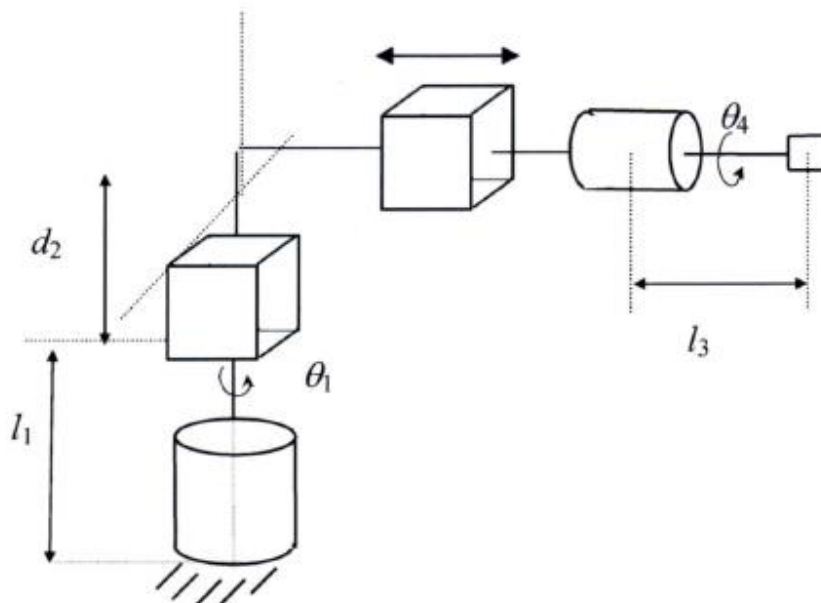
c) Determine o determinante de \underline{J} e a sua inversa \underline{J}^{-1} .

d) Identifique todas as posições singulares associadas com este manipulador.

e) Obtenha as expressões das velocidades linear e angular do efetuador em função das velocidades das articulações.



5. Coloque o sistema de coordenadas, monte a tabela com os parâmetros de Denavit-Hartenberg e calcule a transformação homogênea entre o efetuador e base para o esquema do robô abaixo.



Calcule o Jacobiano de velocidades lineares e angulares e indique configurações singulares.

6ª. Questão. Deseja-se que o efetuador de um manipulador se mova da condição A para a condição B, descritas em relação à base, conforme as matrizes abaixo. Considerando só a mudança de orientação desejada, utilize os parâmetros de Euler para escolher qual deve ser o vetor \mathbf{n} em torno do qual se deve girar o efetuador, e qual o valor desse ângulo. Desenhe os sistemas de coordenadas correspondentes.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -6 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & -3 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$