

## Taller 2 -

## Análisis Geométrico Directo de Manipuladores

- 1. Dado el manipulador de la Figura 1:
  - Asigne los sistemas de referencia según la convención DHstd.
  - Halle los parámetros de acuerdo con la convención DHstd.

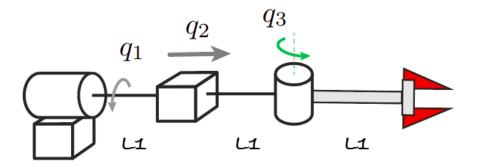


Figura 1: Robot RPR.

- 2. Dado el manipulador de la Figura 2:
  - Identifique los eslabones y las articulaciones.
  - Asigne los sistemas de referencia según la convención DHstd.
  - Halle los parámetros de acuerdo con la convención DHstd.
  - Determine las MTH para cada eslabón  $(T_1^0, T_2^1 y T_3^2)$ .
  - Halle la MTH  $T_3^0$ .
  - Presente el robot en las configuraciones  $q_z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$  y  $q_1 = \begin{bmatrix} \frac{\pi}{4} & \frac{\pi}{6} & \frac{\pi}{3} \end{bmatrix}$  usando:
    - a) Toolbox RVCtools (Peter Corke)
    - b) Robotics System Toolbox de Matlab (Buscar comando rigidBodyTree en la ayuda de Matlab como guía)

Use la vista que haga más entendible la configuración.

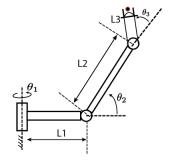


Figura 2: Robot RRR no planar.

3. Dado el manipulador de la Figura 3:



- Asigne los sistemas de referencia.
- Determine los parámetros DHstd.
- Encuentre las MTH para cada eslabón.
- La matriz que relaciona el último sistema de referencia con el TCP (Usar la convención NOA).
- Determine la formulación del modelo geométrico directo (cinemática directa).
- Determine la posición y orientación del último sistema coordenado (NOA en la figura se indica como sistema b) para la configuración:  $q = \left[\frac{\pi}{3} \ \frac{-\pi}{4} \ \frac{\pi}{2} \ \frac{\pi}{4} \ 1,5 \ \frac{\pi}{6}\right]$ . Tome L = 1.

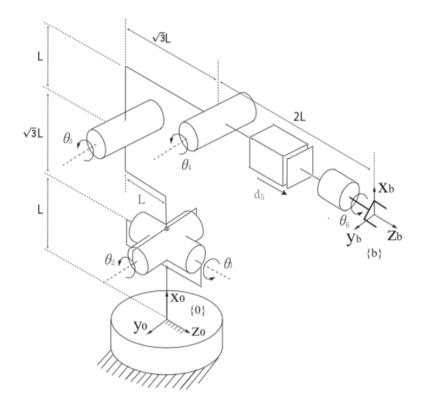


Figura 3: Robot URRPR DE 6 GDL.

- 4. Dado el manipulador de la Figura 4:
  - Identifique los eslabones y las articulaciones
  - Asigne los sistemas de referencia.
  - Determine los parámetros DHstd.
  - Encuentre las MTH para cada eslabón.
  - Determine la formulación del modelo geométrico directo (cinemática directa).
  - Asuma que  $L_0=3,~L_1=0.5,~L_3=1$  y  $L_4=0.5,$  determine la posición y orientación del último sistema coordenado sabiendo que  $q=\left[\frac{\pi}{3} \ \frac{\pi}{6} \ 2 \ \pi \ \frac{3\pi}{4}\right]$ .
  - Para la configuración anterior exprese la posición en coordenadas cartesianas y la orientación en ángulos fijos.



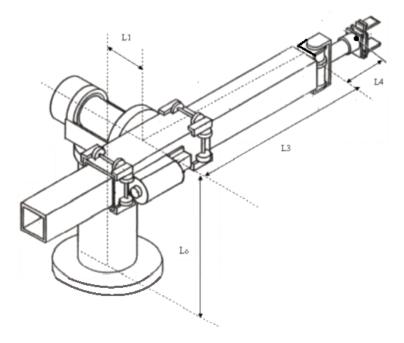


Figura 4: Robot RRPRR de 5 DOF.

- 5. Dada la cadena cinematica de la Figura 5:
  - Asigne los sistemas de referencia.
  - Determine los parámetros DHstd.
  - Encuentre las MTH para cada eslabón.
  - Determine la formulación del modelo geométrico directo (cinemática directa).
  - Determine la posición y orientación del último sistema coordenado sabiendo que  $q = \left[\frac{\pi}{3} \ \frac{\pi}{6} \ \frac{\pi}{18} \ 0.3 \ \pi/6 \ \frac{3\pi}{2}\right]$ .

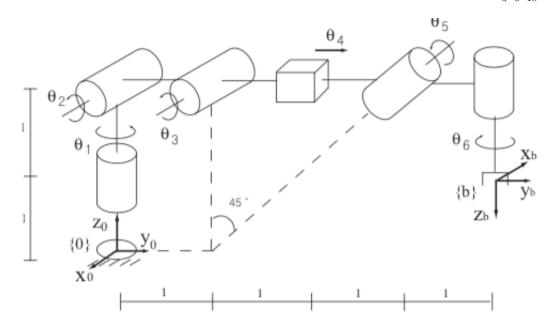


Figura 5: Robot RRRPRR



- 6. Dado el manipulador Da Vinci, utilizado para fines médicos ver link Intutive Surgical como se aprecia en la Figura 6. Las primeras articulaciones son pasivas y se utilizan para posicionar el sistema. Las numeradas desde q1 en adelante son activas. Las articulaciones pasivas se utilizan para orientar el efector final y estas se ajustan de forma manual, y deben ser tenidas en cuenta. Sin embargo desde el punto de vista de control, las articulaciones numeradas como q1 en adelante, son las que tienen motorización y control. En este robot existe un centro remoto de movimiento (RCM Remote Center Motion). Para conocer más del acerca del robot puede visitar Robot Da Vinci. Para el análisis asuma  $L1 = 55 \, cm$ ,  $L_2 = 40 \, cm$ 
  - Asigne los sistemas de referencia.
  - Determine los parámetros DHstd.
  - Encuentre las MTH para cada eslabón.
  - Determine la formulación del modelo geométrico directo (cinemática directa).
  - Las dimensiones son dadas en cm, determine la posición y orientación la herramienta para las siguientes configuraciones:  $q = \begin{bmatrix} 0, & \frac{\pi}{6}, & \frac{\pi}{12}, \frac{\pi}{6}, & 20 \end{bmatrix}$  y  $q = \begin{bmatrix} \frac{\pi}{3} & \frac{\pi}{6} & \frac{-\pi}{12} & \frac{\pi}{12} & 25 \end{bmatrix}$ .

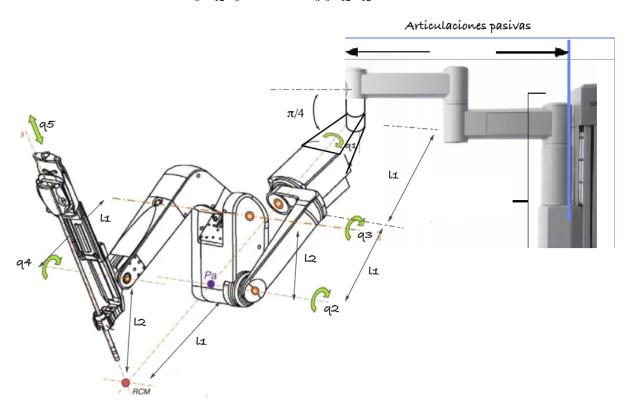


Figura 6: Manipulador Davinci X Manual

## **Observaciones:**

- 1. Se recomienda hacer el desarrollo del taller en MATLAB, se pueden utilizar las herramientas de cálculo simbólico así como el Toolbox de *Peter Corke*, para simplificar la presentación se puede hacer uso de la herramienta Publish o de un LiveScript, añadiendo las imágenes y textos necesarios para cada punto.
- 2. Forma de trabajo: Individual.
- 3. Procurar asignar los marcos de coordenadas según los criterios propuestos en clase. Los ejes z apuntado hacia arriba, y los ejes x en sentido de  $z_{i-1}$  a  $z_i$ .



## Referencias

- [1] Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar. Robot Dynamics and Control. 2004.
- [2] John J. Craig Introduction to Robotics, Mechanics and Control. 2005.