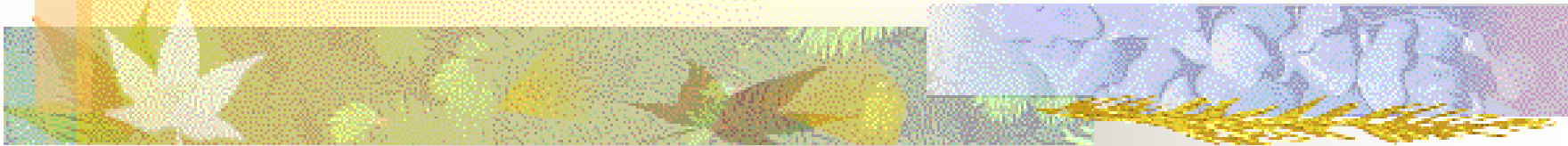


Cinemática del Robot



UCR – ECCI

CI-2657 Robótica

Prof. M.Sc. Kryscia Daviana Ramírez Benavides



Introducción

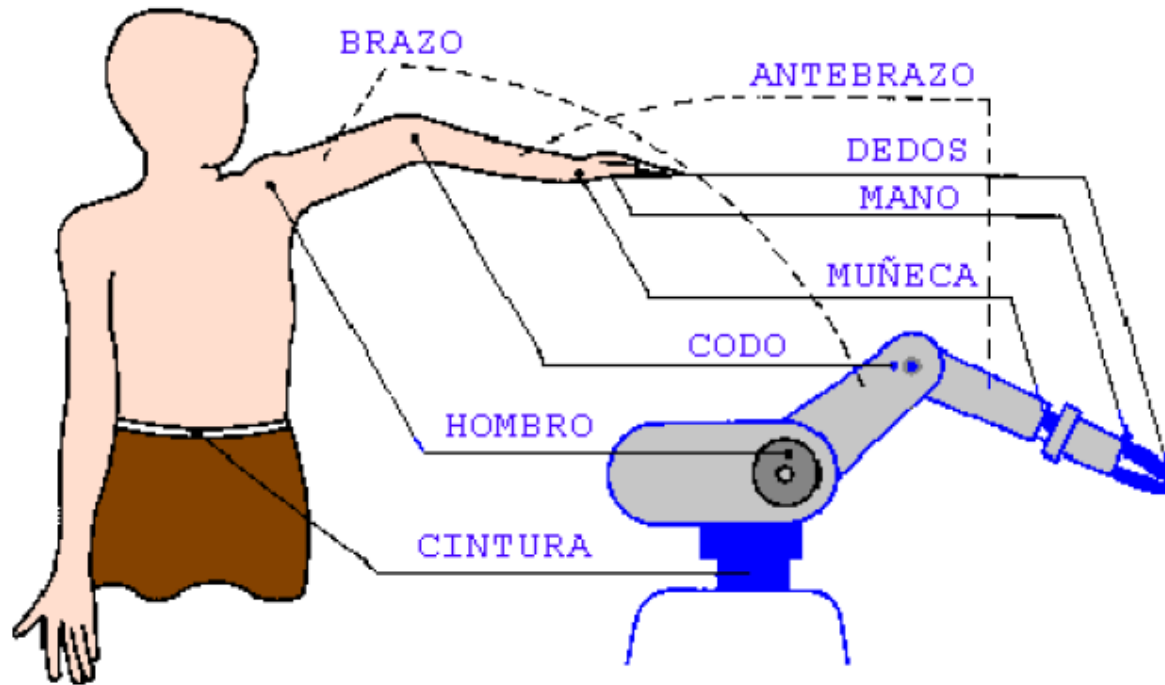
- La cinemática del robot estudia el movimiento del mismo con respecto a un sistema de referencia.
- Se interesa por la descripción analítica del movimiento espacial del robot como una función del tiempo, y en particular por las relaciones entre la posición y la orientación del extremo final del robot con los valores que toman sus coordenadas articulares.



Brazo Robótico

- Se puede definir como el conjunto de elementos electromecánicos que propician el movimiento de un elemento terminal (*gripper* o herramienta).
- La constitución física de los mismos tiene cierta similitud con la anatomía de las extremidades superiores del cuerpo humano, por lo que, en ocasiones, para hacer referencia a los distintos elementos que componen al robot, se usan términos como: cintura, hombro, brazo, codo, muñeca, etc.

Brazo Robótico (cont.)





Brazo Robótico (cont.)

- Una especificación general comprende: sus grados de libertad, su configuración y su cinemática directa e inversa.
- Estas especificaciones son dadas desde el diseño propio de cada robot y su aplicación.
- Hay una clasificación de robots manipuladores la cual presenta las diferencias de diseño, precisión, precio, etc.

Brazo Robótico (cont.)

Tipo de Robot	Tipo comercial de uso general	Tipo de diseño propio	Tipo y uso industrial
Acceso económico	Accesible costo	Bajo costo	Alto costo
Costo de instalación y mantenimiento	Bajo costo	Bajo costo	Alto costo
Arquitectura abierta	Si	No	No
Velocidad	Lento	Rápido	Muy rápido
Ambiente de programación Robusto	Si	No	No
Exactitud 0-100%	70-100%	80-100%	90-100%
Ejemplos	Lego Mecano	Desarrollados con material reciclado	Puma Scara



Brazo Robótico (cont.)

- También se le conoce con el nombre de manipulador mecánico o brazo manipulador.
- El brazo es una secuencia de cuerpos rígidos llamados elementos, conectados mediante articulaciones prismáticas o de revolución.
- Cada par articulación-elemento constituye un grado de libertad.
 - Entre más grados de libertad mayor dificultad para controlar al robot.



Brazo Robótico (cont.)

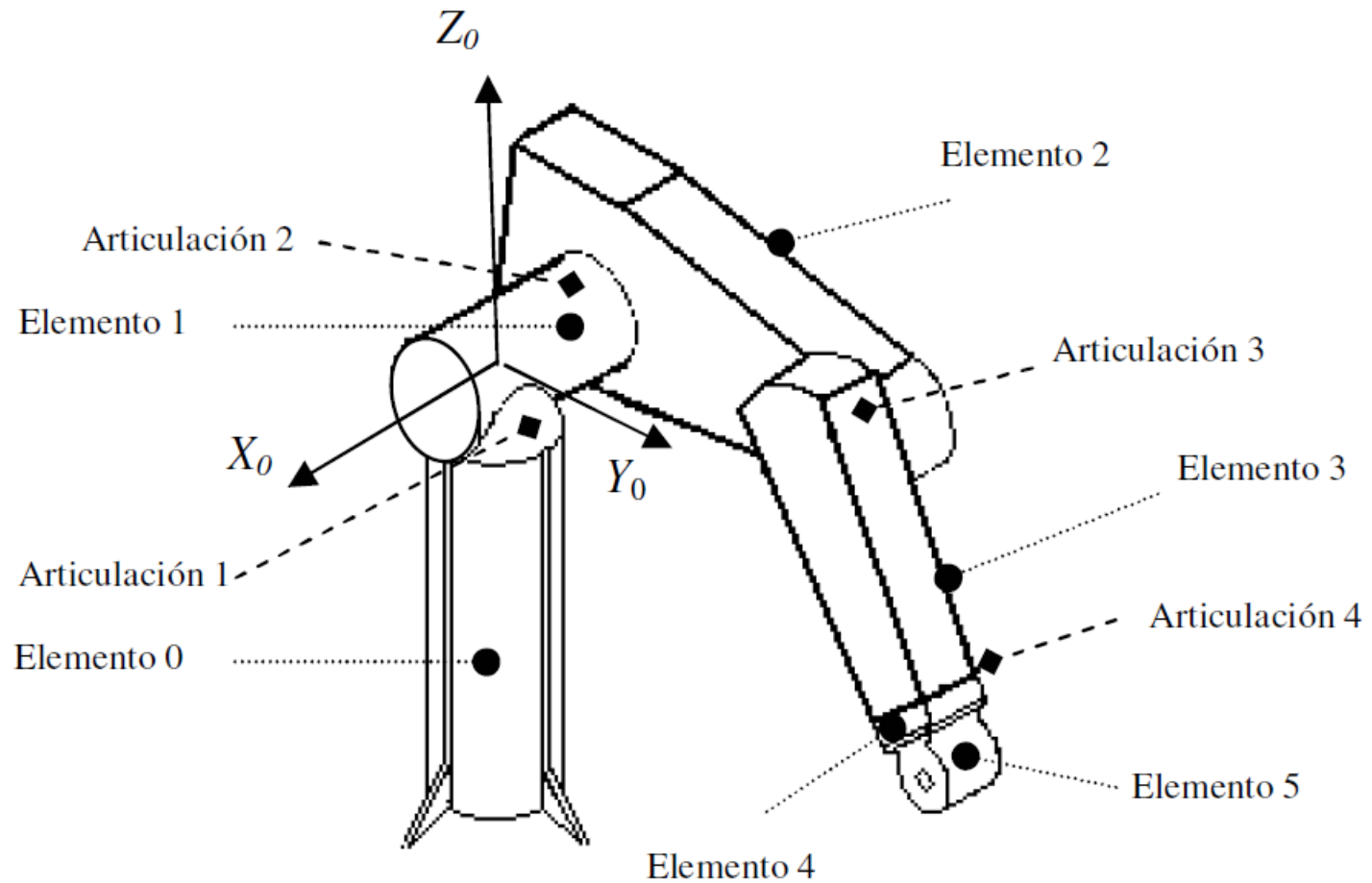
- La mayoría de los brazos robóticos tienen $6DoF$, es la capacidad de moverse hacia delante/atrás, arriba/abajo, izquierda/derecha (traslación en tres ejes perpendiculares), combinados con la rotación sobre tres ejes perpendiculares (giro, elevación, desviación).
 - El movimiento a lo largo de cada uno de los ejes es independiente de los otros, y cada uno es independiente de la rotación sobre cualquiera de los ejes.



Brazo Robótico (cont.)

- Las articulaciones y elementos se enumeran hacia afuera desde la base; así la articulación 1 es el punto de conexión 1 y la base.
- Cada elemento se conecta, a lo más, a otros dos, así no se forman lazos cerrados.

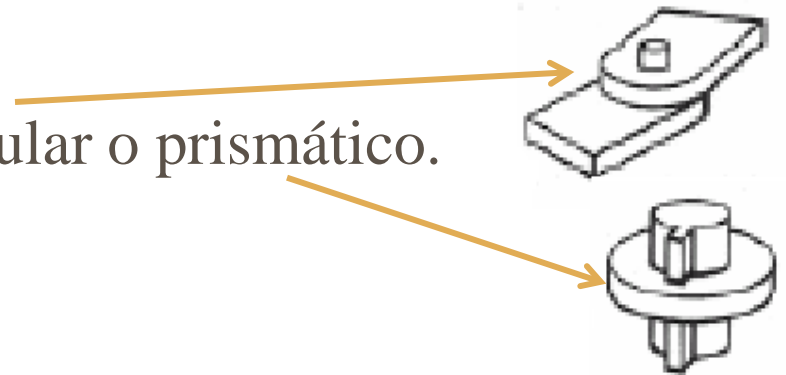
Brazo Robótico (cont.)



Brazo Robótico (cont.)

- **Articulación.** Conexión de dos cuerpos rígidos caracterizados por el movimiento de un sólido sobre otro.

- **Grado de libertad.** Circular o prismático.



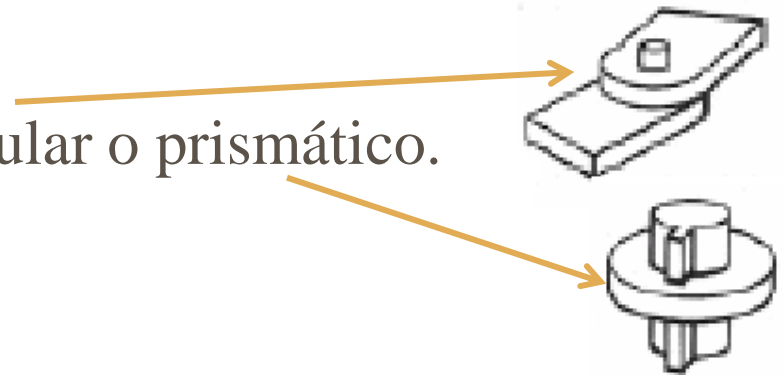
- **Enlace.** Cuerpo rígido que une dos ejes articulares adyacentes del manipulador.

- **Posee muchos atributos.** Peso, material, inercia, etc.

Brazo Robótico (cont.)

- **Articulación.** Conexión de dos cuerpos rígidos caracterizados por el movimiento de un sólido sobre otro.

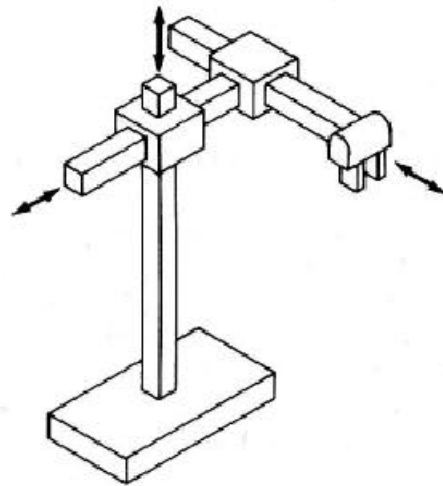
- **Grado de libertad.** Circular o prismático.



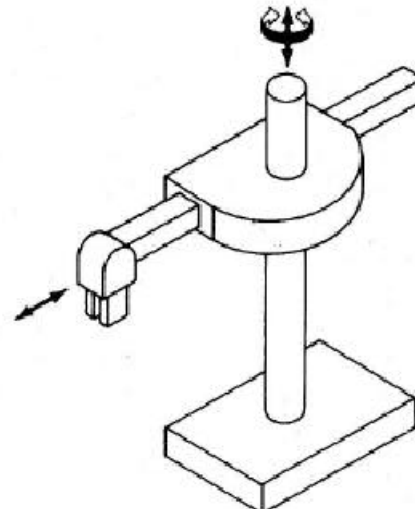
- **Enlace.** Cuerpo rígido que une dos ejes articulares adyacentes del manipulador.

- **Posee muchos atributos.** Peso, material, inercia, etc.

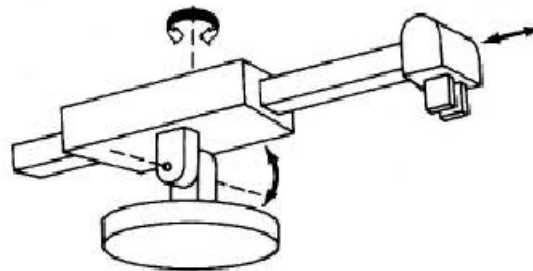
Brazo Robótico (cont.)



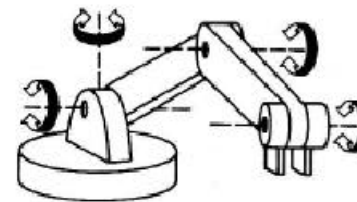
Cartesiano o xyz



Cilíndrico



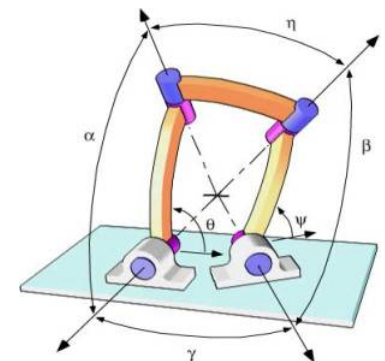
Esférico



De revolución

Cinemática

- Existen dos problemas fundamentales para resolver la cinemática del robot:
 - **Problema cinemático directo.** Consiste en determinar cual es la posición y orientación del extremo final del robot, con respecto a un sistema de coordenadas que se toma como referencia, conocidos los valores de las articulaciones y los parámetros geométricos de los elementos del robot.
 - **Problema cinemático inverso.** Resuelve la configuración que debe adoptar el robot para una posición y orientación del extremo conocidas.





Cinemática (cont.)

- Denavit y Hartenberg propusieron un método sistemático para descubrir y representar la geometría espacial de los elementos de una cadena cinemática, y en particular de un robot, con respecto a un sistema de referencia fijo.
- Este método utiliza una matriz de transformación homogénea para descubrir la relación espacial entre dos elementos rígidos adyacentes, reduciéndose el problema cinemático directo a encontrar una matriz de transformación homogénea 4×4 que relacione la localización espacial del robot con respecto al sistema de coordenadas de su base.



Cinemática (cont.)

- Por otra parte, la cinemática del robot trata también de encontrar las relaciones entre las velocidades del movimiento de las articulaciones y las del extremo.
- Esta relación viene dada por el **modelo diferencial** expresado mediante la matriz Jacobiana.

Cinemática (cont.)

Cinemática		
	Cinemática directa →→	
Valor de las coordenadas articulares (q_0, q_1, \dots, q_n)		Posición y orientación del extremo del robot ($x, y, z, \alpha, \beta, \gamma$)
	←← Cinemática inversa	



Cinemática (cont.)

- El movimiento relativo en las articulaciones resulta en el movimiento de los elementos que posicionan la mano en una orientación deseada.
- En la mayoría de las aplicaciones de robótica, se está interesado en la descripción espacial del efector final del manipulador con respecto a un sistema de coordenadas de referencia fija.



Cinemática (cont.)

- La cinemática del brazo del robot trata con el estudio analítico de la geometría del movimiento de un robot con respecto a un sistema de coordenadas de referencia fijo como una función del tiempo sin considerar las fuerzas-momentos que originan dicho movimiento.
 - Así pues, trata con la descripción analítica del desplazamiento espacial del robot como función del tiempo, en particular las relaciones entre variables espaciales de tipo de articulación y la posición y orientación del efector final del robot.

Cinemática Directa vs. Cinemática Inversa

- **Cinemática directa**

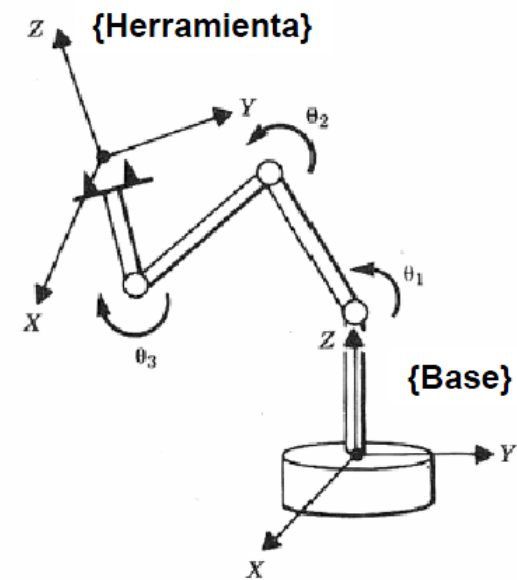
- **Conocidos:** Ángulos articulares y geometría de los eslabones
- **Determinar:** Posición y orientación del elemento terminal referido a la base

$$f(\theta) = {}^B_H T = {}^0_N T$$

- **Cinemática inversa**

- **Conocidos:** Posición y orientación del elemento terminal referido a la base
- **Determinar:** Ángulos articulares y geometría de los eslabones para alcanzar la orientación y posición de la herramienta

$$\theta = f^{-1}({}^B_H T) = f^{-1}({}^0_N T)$$





Referencias Bibliográficas

■ La información fue tomada de:

- Fu, K.S.; González, R.C. y Lee, C.S.G. Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. McGraw-Hill. 1987.
- Cinemática. URL:
<http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica/r166/r78/r78.htm>
- Martínez A. G. M.; Jáquez O. S. A.; Rivera M. J. y Sandoval R. R. “Diseño propio y Construcción de un Brazo Robótico de 5 GDL”. URL:
http://antiguo.itson.mx/rieecandc/vol4p1_archivos/Art2Jun1908.pdf