

# **DISEÑO DE UN MECANISMO PLANEADOR DE TRAYECTORIA PARA ROBOTS INDUSTRIALES PUMA**

Toledo Pérez Diana Carolina

José Ángel Colín Robles

## **RESUMEN**

La Universidad Autónoma de Querétaro campus San Juan del Río cuenta con un robot industrial PUMA, desarrollado dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la misma universidad (véase figura 1). Actualmente ya se encuentra desarrollada la parte de la estructura mecánica como la parte de control automático. Sin embargo, no se cuenta con un dispositivo que ayude a programar la trayectoria a seguir y, el que se está proponiendo en este proyecto de investigación es un mecanismo maestro a escala pequeña del robot PUMA, que proporcione información de la trayectoria en coordenadas cartesianas y en coordenadas articulares que pueda seguir el efector final del robot PUMA, en aplicaciones futuras, ya sea en línea o fuera de línea.



**Figura 1.** Robot PUMA.

Se pretende desarrollar un mecanismo maestro de aluminio, a escala pequeña del robot PUMA para instrumentarlo posteriormente (véase figura 4).

## **INTRODUCCIÓN**

El campo de la robótica industrial puede definirse como el estudio, diseño y uso de robots para la ejecución de procesos industriales. Tales procesos pueden consistir en: triturar, taladrar, pulir, pintar, manejar, ensamblar, maquinar y soldar todo tipo de materiales como por ejemplo: piezas metálicas. Los robots actuales son obras de ingeniería y como tales concebidas para producir bienes y servicios o explotar recursos naturales.

Los robots industriales actuales son esencialmente brazos articulados llamados robots manipuladores. De hecho, según la definición del "Robot Institute of America", un robot industrial es un manipulador programable multifuncional

diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos variados, programados para la ejecución de distintas tareas.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En la mayoría de las aplicaciones de robótica e incluso para este proyecto de investigación, se está interesado en la descripción espacial del órgano terminal del manipulador con respecto a un sistema de coordenadas de referencia fija. Por lo tanto, es importante conocer la teoría de transformación de coordenadas y coordenadas homogéneas. También es importante saber sobre la cinemática del brazo del robot, pues esta 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.

### Coordenadas homogéneas

La transformación de coordenadas, implica un cambio en el origen, un proceso no lineal, en general esto puede comprenderse fácilmente en virtud del término no homogéneo involucrado.

$${}^A_B T \equiv \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{p}^T \\ \mathbf{q}^T \end{bmatrix}_B & \begin{bmatrix} \mathbf{b} \\ 1 \end{bmatrix}_B \end{bmatrix} \quad (1)$$

### Cinemática directa y cinemática inversa de un robot manipulador

De acuerdo a (Kelly y Santibáñez, 2003) el brazo articulado de  $n$  eslabones mostrado en la figura 7, se coloca un marco de referencia cartesiano de tres dimensiones en cualquier lugar de la base del robot, siendo denotado aquí por las coordenadas  $[x_0 \ y_0 \ z_0]^T$ . Los eslabones se numeran consecutivamente desde la base (Eslabón 0) hasta el final (Eslabón  $n$ ). Las uniones son los puntos de contacto entre los eslabones y se muestra de tal forma que la unión  $i$  conecta los eslabones  $i$  e  $i-1$ . Cada unión se controla independientemente a través de un accionador (motor), que se coloca generalmente en dicha unión, y el movimiento de las uniones produce el movimiento relativo de los eslabones.

### Parámetros de Denavit – Hartenberg

Denavit – Hartenberg propusieron en 1995 un método matricial que permite establecer de manera sistemática un sistema de coordenadas ligado a cada eslabón de una cadena articulada, pudiéndose determinar las ecuaciones cinemáticas de la cadena completa.

- La rotación alrededor del eje  $Z_{i-1}$  con un ángulo  $\theta_i$ .
- La traslación a lo largo de  $Z_{i-1}$  una distancia  $d_i$ .
- La traslación a lo largo de  $X_i$  una distancia  $a_i$ .

- La rotación a lo largo del eje  $X_i$  un ángulo  $\alpha_i$ .

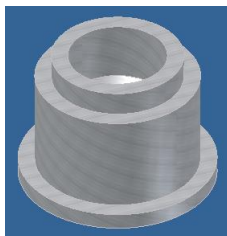
### DESARROLLO

Para la construcción del mecanismo, se realizaron cálculos de parámetros de Denavit – Hartenberg, que proporcionan una serie de valores críticos considerados en el diseño.

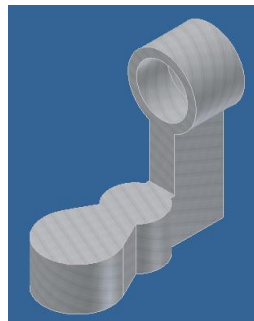
**Tabla 1** Contiene los parámetros de Denavit - Hartenberg

| i | $\alpha$ | b       | a     | $\theta$ |
|---|----------|---------|-------|----------|
| 1 | -90°     | 150     | 0     | 90±01    |
| 2 | 0°       | 0       | 149.7 | ±02      |
| 3 | -90°     | 21.456  | 5.511 | ±03      |
| 4 | 0°       | 130.779 | 0     | ±04      |

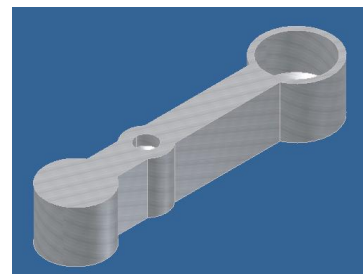
Después usando un software de diseño, se dibujaron los eslabones que compondrán el diseño del brazo mecánico, que se muestran de la figura 2. Y el modelo ensamblado se muestra en la figura 3.



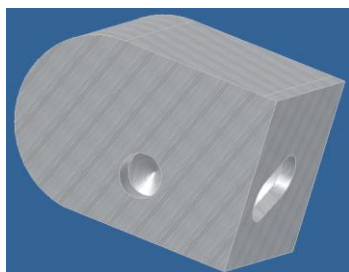
Eslabón 1



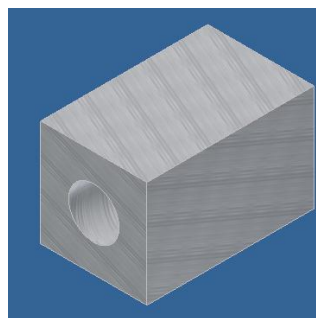
Eslabón 2



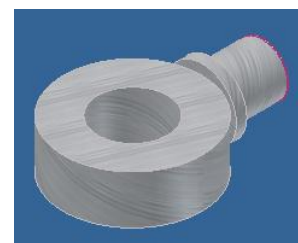
Eslabón 3



Eslabón 4

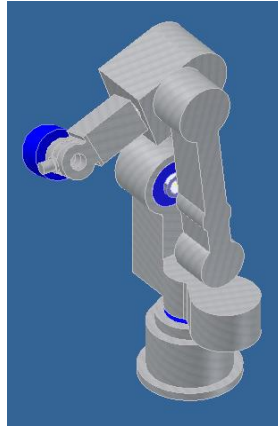


Eslabón 5



Eslabón 6

**Figura 2.** Eslabones de Diseño



**Figura 3.** Diseño completo. (Lo que esta en color azul es una sugerencia para colocar los motores para darle movimiento.

### CONCLUSIONES

Es importante el desarrollo de este tipo de proyectos para facilitar y agilizar algunas tareas de las cuales se requiera precisión y rapidez; por lo que los brazos manipuladores resultan muy útiles en el ámbito industrial; de esta manera el alumno adquiere experiencia y práctica desde la construcción de los mismos hasta su mejora e implementación para los diferentes procesos que se requiera.

Además de adquirir experiencia en el uso de los brazos, se adquiere experiencia en el diseño de estos brazos para que más adelante le pueda servir en el desenvolvimiento de su trabajo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kelly, R. y Santibañez, V. "Robótica Automática: Control de Movimientos de Robots Manipuladores". Prentice Hall. Madrid, España. **2003**

Ángeles, J. "Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms". Springer, Canada. **1997**

Ángeles, J. "Análisis y síntesis cinemáticas de sistemas mecánicos". Limusa, México. **1978**

Boryga, M. y Grabos, A. "Planning of manipulator motion trajectory with higher-degree polynomials use. Mechanism and Machine Theory", Volume 44, Issue 7, July 2009, Pages 1400-1419. **2009**

Gasparetto, A. y Zanotto, V. "Optimal trajectory planning for industrial robots". Advances in Engineering Software. **2009**

Gasparetto, A. y Zanotto, V. A new method for smooth trajectory planning of robot manipulators. Mechanism and Machine Theory. 42: 455–471. **2007**