

# Software de Simulación de un Robot Manipulador Marca Mitsubishi RV-2AJ

Moreno Trejo Roberto<sup>1</sup>, Cabrera Ríos Juan Salvador<sup>1</sup>, Hernández Ramírez Fernando<sup>1</sup>  
José Emilio Vargas Soto<sup>2</sup>, Jesús Carlos Pedraza Ortega<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de San Juan del Río, UTSJR  
Av. La Palma # 125 Col. Vista Hermosa, C. P. 76800, San Juan del Río, Qro., México

<sup>2</sup>Universidad Anáhuac – México Sur  
Av. De las Torres 131, Col. Olivar de los Padres, México D.F.

<sup>3</sup>Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial  
Av. Playa, Pie de la Cuesta No. 702, Desarrollo San Pablo, C.P. 76130, Santiago de Querétaro, Qro., México.  
emilio@mecatronica.net, jpedraza@cidesi.mx

## Resumen

*Para el desarrollo del software de simulación para un robot manipulador de cinco grados de libertad marca mitsubishi RV-2AJ, se utilizó lenguaje C, aprovechando la librería de OpenGL, para manipulación de gráficas en 3D, de esta manera conocer los esfuerzos del robot y apreciarlo de manera gráfica. Se hace el estudio de la cinemática directa e inversa de dicho robot utilizando el método geométrico, y se agrega al programa desarrollado en C++ para poder visualizar el movimiento real del robot. También se realizó una investigación tecnológica de aplicación y uso del software, en la cual se muestran los usuarios potenciales y los proveedores de software de simulación para robots manipuladores.*

*Este trabajo tiene como origen la necesidad de contar con una herramienta que facilite el aprendizaje del uso de este tipo de robots, y dado que se cuenta con este tipo de brazo, se enfoca el trabajo solamente a este tipo de manipulador.*

*El software incluye el poder mover al brazo de dos maneras: por cinemática directa y cinemática inversa.*

**Palabras clave:** Open GL, C++; cinemática directa, cinemática inversa, software, simulación.

## 1. Introducción

Este trabajo muestra el desarrollo de un software de simulación de un robot manipulador de cinco grados de libertad, que fue adaptado al

modelo RV-2AJ de Mitsubishi, en escala 1:100, de tal manera que gráficamente se adapte al tamaño y esfuerzos reales ejecutados por el robot tipo puma, tal como las podemos apreciar en la figura 1.



**Fig. 1. Robot Puma**

Se muestra de manera secuencial las necesidades que fueron surgiendo para diseñar el robot y a su vez, las medidas que se tomaron para resolverlas. De igual forma se mencionan los objetivos planteados en un principio para obtener los resultados deseados en esta primer etapa del proyecto, así como la estructura que tomó el programa para adaptarlo e igualmente hacerlo sencillo hacia el usuario.

Se muestran las ecuaciones de la cinemática directa e inversa del robot, que fueron aplicadas en el programa, para poder obtener resultados reales en el software de simulación.

Sin embargo, todo este trabajo no tiene caso, si no se tiene una seguridad del tipo de mercado que puede tener en la industria, por lo que se incluye

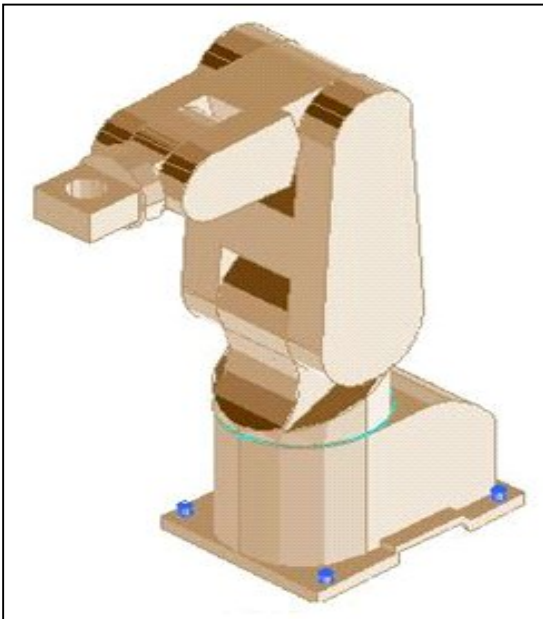
una investigación de la viabilidad tecnológica, que nos da una idea de las necesidades existentes para este tipo de herramientas, y poder establecer las posibilidades de que el producto pueda o no ser comercializado. Se analiza cada uno de los sectores con más demanda, sin dejar a un lado las necesidades que el cliente pide y de acuerdo a estas características poder desarrollar el software.

## 2. Desarrollo del software

### 2.1 Desarrollo de la programación

El software se desarrolló con el software de Visual C, utilizando la facilidad de las herramientas que otorga las librerías de OpenGL.

La primera necesidad es reproducir de manera gráfica en la computadora el brazo manipulador en cuestión, por lo que fue necesario diseñar el robot en Autocad, para posteriormente exportarlo a OpenGL. La figura 3 muestra la reproducción del brazo, con la ayuda de las librerías de OpenGL



**Fig. 2 Robot manipulador**

La programación requería ser fácil y práctica en el aspecto de que el usuario pudiera manipular los resultados.

Para resolver esto se pensó en utilizar funciones para interactuar con el teclado y de manera que los eslabones se movieran de manera

independiente y se apreciara en pantalla de forma gráfica, así como poder mostrar los valores de los ángulos en grados para cada articulación y de igual manera para las coordenadas del punto final en X, Y y Z.

El programa principal incluye las funciones necesarias para la interacción y el despliegado de objetos, pero se basa en una librería que previamente se creó; esta incluye el dibujo de cada uno de los eslabones del robot, las variables manipuladas en la ejecución del programa y las ecuaciones que se calculan en la fase de la cinemática.

La función que podemos nombrar como fundamental, es la encargada de desplegar los eslabones del robot porque utiliza las ecuaciones que recalculan los datos para mostrarlos en pantalla y de manera más importante posicionar a cada eslabón.

Se puede agregar que el programa consta de una función extra que permite el movimiento del punto de visión, permitiendo así crear un panorama más real del espacio en donde el robot desarrolla su tarea.

### 2.2 Estudio de la cinemática directa e inversa

La cinemática del robot estudia el movimiento del mismo con respecto a un sistema de referencia.

En este apartado se hace el estudio de la cinemática del robot Mitsubishi RV-2AJ.

Existen dos problemas fundamentales para resolver la cinemática del robot:

El primero de ellos se conoce como el problema cinemático directo, y 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.

El segundo, denominado problema cinemático inverso, resuelve la configuración que debe adoptar el robot para una posición y orientación del extremo conocidas.



entrenamiento como el que se ha diseñado, con características adaptables según la necesidad de cada una.

Los usuarios potenciales que se pudieron detectar en una primera etapa son los siguientes:

- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
- Universidad Tecnológica de la Mixteca
- Universidad Autónoma de Querétaro
- Universidad de Guadalajara
- Universidad de Guanajuato
- Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica
- Universidad Iberoamericana de Leon
- Universidad Anahuac Sur
- Universidad de las Americas Puebla
- Instituto Politécnico Nacional
- Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Unidad Atzacapotzalco
- Universidad Marista
- Universidad de la Salle Bajío
- Universidad Regiomontana
- Instituto Tecnológico de Saltillo
- Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
- Instituto Tecnológico de Veracruz
- Instituto Tecnológico de Aguascalientes
- Universidad Tecnológica de San Juan del Río
- Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji
- Universidad Tecnológica de la Mixteca

De las Universidades que se contactaron, solo dos expresaron contar con software de simulación, y son la Universidad Autónoma de Querétaro, y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Las características que la mayoría de las universidades requiere que tenga el software de simulación son las siguientes:

- Compatibilidad con el robot y el controlador.
- Que la programación virtual pueda ser exportada al controlador del robot.

- Poder ejecutar el programa de trabajo.
- Que el ambiente de trabajo sea Windows.
- Simulación, donde se puede agregar al código una trayectoria.
- Temas de ayuda
- Modelado
- Detección de errores
- Herramientas online
- Soporte de diferentes lenguajes de programación del robot.

### 3 Conclusiones

Al final del proyecto se obtuvo un programa que cumple los objetivos planteados en una primera etapa, para la simulación de los movimientos del robot.

Se puede agregar ecuaciones que describan una trayectoria.

Es importante observar que existe una gran necesidad de las Universidades de contar con un simulador que se pueda adaptar a diversos modelos y marcas de brazos manipuladores. Este trabajo es el inicio de trabajos futuros donde se podrá seleccionar el modelo y marca de un manipulador, con la ventaja de que no se tendrá que pagar a compañías extranjeras para realizar una modificación al programa, y eso simplificará los costos.

Futuros trabajos incluirán detección de colisiones, así como una interfaz de control externo como una palanca de control.

### Referencias

- [1] Ollero A. “*ROBOTICA Manipuladores y robots móviles*”, Marcombo boixareu editores, España, primera edición, 2001.
- [2] A. J. Koivo. “*Fundamentals for control of robotic manipulators*”, Editorial Wiley, E.U., 1989.