

**PROGRAMMING AND CONTROL SOFTWARE OF THE
ANTHROPOMORPHIC RV-MI TYPE MITSUBISHI ROBOT****SOFTWARE PARA LA PROGRAMACION Y CONTROL DEL ROBOT DE
TIPO ANTROPOMORFICO MITSUBISHI RV-MI****Ing. Leonardo Mejia Rincón, Msc. Jorge Luis Díaz Rodríguez, PhD. Aldo Pardo G.****Universidad de Pamplona**

Facultad de Ingenierías y Arquitectura, IIDTA
Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.
Tel.: 57-7-5685303 Ext. 144, Fax: 57-7-5685303.
E-mail: {leomejia, jdiazcu, apardo13}@unipamplona.edu.co

Abstract: The main objective of the present work is to develop to a programming platform and control for the use in the industrial robotics, particularly for the Mitsubishi rv-m1robot, by means of the use of a Standard programming language for industrial robots, software likes to satisfy the learning necessities of the academic community of the university of Pamplona in the area of the industrial robotics, and the Mechatronic.

Resumen: La creciente evolución de la sociedad automatizada ha dado paso a que cada vez más empresas requieran de sistemas automáticos y robotizados como soporte para el desarrollo de sus productos, sin embargo, la programación de los sistemas de tipo robótico, no es ampliamente difundida y los pocos softwares que han permitido dicha programación suelen ser de un costo muy elevado y son muy pocos los expertos en el uso de estos lenguajes, por lo que el objetivo de este proyecto ha sido la búsqueda de herramientas que permitan la capacitación de personal con una gran facilidad de programación y una amplia gamma de herramientas para su uso.

Keywords : Industrial robotic, Mechatronic systems, Kinematics, Software development.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como finalidad principal diseñar y construir un software que permita la programación de robots industriales mediante el uso de comandos estándar empleados en la programación de robots industriales, internamente cuenta con un sistema de compilación y corrección de errores que facilita la labor del programador al permitir asistirle durante el proceso de programación.

En adición a lo anteriormente expuesto, el software cuenta con algunas herramientas adicionales como son herramientas para el posicionamiento del robot mediante el uso de cinemática directa e inversa, una ventana para la visualización de la simulación de los movimientos del brazo robótico dentro de un mundo de realidad virtual programado en “vrml” y varios modos de programación diferentes que permiten la programación del robot bien como un mando local, o bien como un equipo remoto usando la red de Internet como herramienta base y un servidor de red que administra el aplicativo.

Es de gran importancia mencionar que el software que se expone y cuyo nombre es "MEXIA" (derivado del apellido del programador del aplicativo), fue desarrollado con el objetivo de evitar la adquisición de algún software comercial existente, como es el caso del "COSIMIR" o el "MOVEMASTER VENTURELLO", con lo que se logra ahorrar a la Universidad de Pamplona poco mas de \$160.000.000 (pesos colombianos).

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ROBOT

El manipulador robot Mitsubishi RV-M1 cuenta con cinco grados de libertad (5DOF). Su capacidad de carga es de 1.2 Kg sin incluir el peso del efector final adaptado a él. El sistema que permite operar el robot, se encuentra constituido por:

- Brazo articulado.
- Efector final (*gripper*, intercambiador de herramientas o sensor).
- *Teaching box*.
- Controlador.
- Cables de conexión.
- Computador con *software* para establecer comunicación con el robot.

El brazo cuenta con cinco articulaciones que se pueden observar en la figura 1 y en el siguiente listado:

- J1: cintura.
- J2: hombro.
- J3: codo.
- J4: pitch.
- J5: roll.

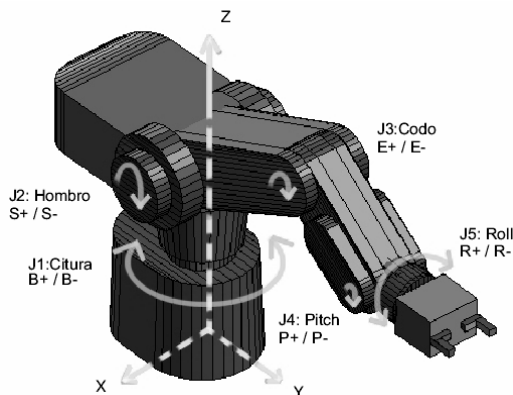
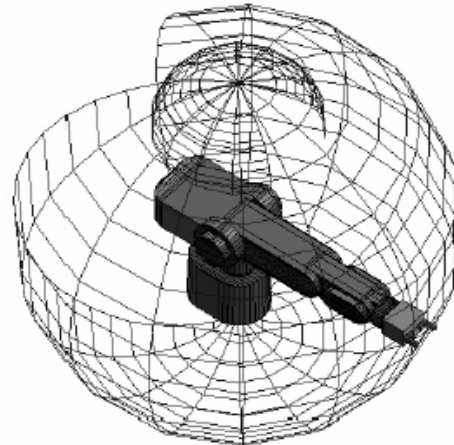


Fig. 1. Articulaciones del manipulador robot Mitsubishi RV-M1

Cada articulación puede rotar de forma limitada, para ofrecer al robot la posibilidad de posicionarse en cualquier lugar de un espacio confinado al que se le denomina volumen de trabajo del robot.

La figura 2 presenta los límites de movimiento para cada articulación y el volumen de trabajo para el manipulador robot.



Límites de las articulaciones (grados)

J1: -150 a 150
J2: -30 a 100
J3: 0 a 110
J4: -90 a 90
J5: -180 a 180

Fig. 2: Volumen de trabajo [1]

2. ESTUDIO DE LA CINEMÁTICA DEL ROBOT RV-M1

2.1 Cinemática del robot

La cinemática del robot estudia los movimientos del mismo con respecto a un sistema de referencia. Así, la cinemática 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.

Existen dos problemas fundamentales a resolver en 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 al 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 conocidos. [2].

2.2 Cinemática directa

A partir de la tabla de parámetros de D-H se encuentran las ecuaciones cinemáticas directas del Robot Mitsubishi RV-M1.

Tabla Denavit-Hartenberg para el robot Mitsubishi RV-M1

Elemento	a_i	D	α	θ
1	0	d_1	+90	θ_1
2	a_2	0	0	θ_2
3	a_3	0	0	θ_3
4	a_4	0	90	θ_4
5	0	0	0	θ_5

Matrices de transformación para cada uno de los elementos, utilizando la ecuación 1.7 para cada uno de los elementos, y sustituyendo los valores de la tabla de parámetros de Denavit – Hartenberg.

2.3 Cinemática inversa

En general no es suficiente colocar el actuador final del robot en cierto punto del espacio, sino también es preciso orientar a la muñeca. Aunque la variación de estos tres últimos grados de libertad se origina un cambio en la posición final de la verdadera posición final del robot, su verdadero objetivo es ser capaz de orientar libremente la herramienta del robot en el espacio.

$$q_1 = \arctg\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$\text{teta2} = \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{(2r_2r_3)^2 - (r^2 - r_2^2 - r_3^2)^2}}{(r^2 - r_2^2 - r_3^2)} \right] + \text{teta3}$$

$$\text{teta3} = \text{tetar} - \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{(2rr_3)^2 - (r^2 + r_3^2 - r_2^2)^2}}{(r^2 + r_3^2 - r_2^2)} \right]$$

$$\text{tetar} = \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{(2rr_4)^2 - (r_1^2 - r^2 - r_4^2)^2}}{(r_1^2 - r^2 - r_4^2)} \right] + b$$

$$r = \sqrt{r_1^2 + r_4^2 - 2r_1r_4 \cos(\alpha - \beta)}$$

$$r_1 = \sqrt{xx^2 + yy^2}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{yy}{xx}\right)$$

$$\beta = p - 180^\circ$$

$$xx = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$yy = (z - d)$$

Las ecuaciones anteriormente mostradas, permiten visualizar el comportamiento de cada posición articular a partir de las posiciones espaciales conocidas, x, y, z .

3. SOFTWARE “MEXIA”

“MEXIA”, mitsubishi movemaster es un software especializado en el control y la programación del robot industrial mitsubishi rv-m1, en este software se encuentran tres modos distintos de funcionamiento.

1. Mando local.
2. Equipo remoto.
3. Servidor de red.

Donde:

Mando local:

En este modo de funcionamiento solo un equipo puede tener el control del brazo robótico (el equipo que este conectado directamente al robot).

Equipo remoto:

Este modo de programación permite tener acceso a las mismas opciones que un equipo local, solo que se hace por medio de una conexión de Internet.

La conexión no se hace por el puerto serial sino que lo harás mediante el uso de una conexión a Internet.

Este modo permite principalmente servir como moderador en el control de cada uno de los equipos, además permite tener el control del robot siempre y cuando ninguno de los equipos remotos lo tenga.

En este modo se puede configurar la conexión del cable serial y del cable de red.

Las configuraciones de equipos locales y remotos se muestran en la figura 3, mientras que la configuración como servidor de red se visualiza en la figura 4.

Como puede apreciarse en la figura 3, el software cuenta con una ventana de programación que acepta código de programación estándar para programación de robots industriales (ventana lateral izquierda), además de un *teaching box* virtual que permite la manipulación de cada articulación del robot por separado, posicionamiento del robot en su origen de máquina

y origen relativo preestablecido por el mismo software, envío de instrucciones simples mediante una caja de texto convencional.

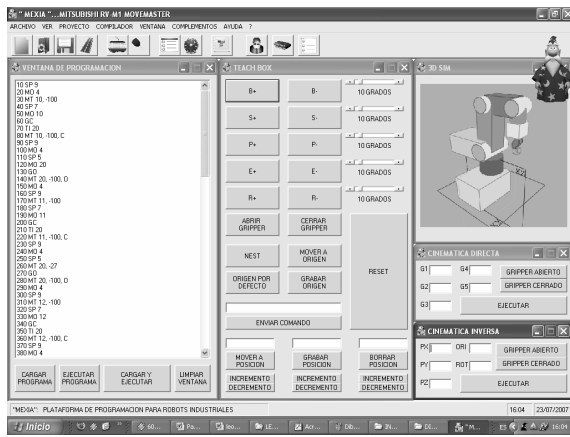


Fig. 3. MEXIA: Mando local y equipo remoto para la programación del robot Mitsubishi RV-M1

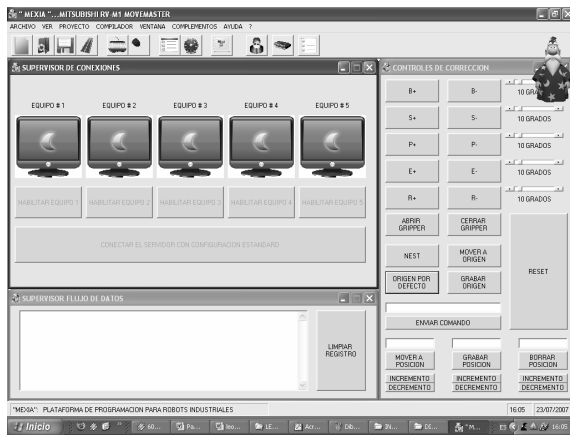


Fig. 4: MEXIA: Servidor de red para la programación del robot Mitsubishi RV-M1

Además el software cuenta con dos ventanas que permiten realizar la cinemática directa e inversa del robot respectivamente de manera muy sencilla, ya que tan sólo es necesario introducir las coordenadas x, y, z y los ángulos de rotación del *pitch* y el *roll*, o las posiciones articulares del robot según sea el caso

El software cuenta también con una ventana que permite la visualización del brazo robótico en tiempo real mediante el uso de un mundo virtual que fue programado en VRML, y que esta enlazado con la plataforma principal usando el aplicativo “CORTONA” para tal objetivo.

El software también permite realizar operaciones sencillas de almacenamiento y apertura de archivos “.rob” para la programación del robot, entre otras herramientas que cumplen con el objetivo didáctico de la aplicación, como la edición del entorno de programación con el objetivo de brindarle la oportunidad al programador de sentirse a gusto con el aplicativo, ver figura 5.

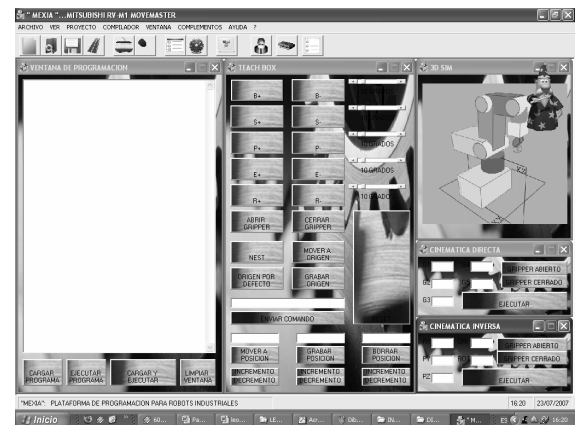
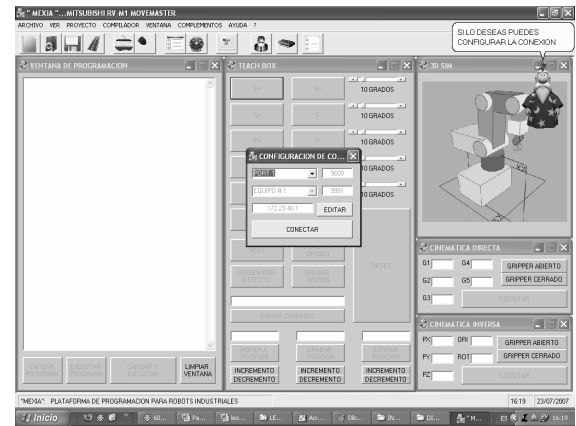


Fig. 5. MEXIA: Edición del entorno de programación del robot RV-M1

Finalmente, la programación del software “MEXIA”, esta diseñada de tal manera que soporta la totalidad de las instrucciones soportadas por el brazo robótico mitsubishi RV-M1 y algunas de la serie RV-M2.

Por lo que resulta ser una excelente herramienta para el aprendizaje de la robótica a un muy bajo costo, y sin necesidad de invertir recursos humanos para su mantenimiento tal como sucede con otros softwares comerciales.

4. CONCLUSIONES

El software "MEXIA", diseñado en la Universidad de Pamplona cumple con todos los requerimientos de funcionalidad planteados al iniciar el proyecto, permitiendo así una reducción de recursos humanos y de computo a la hora de realizar programación de robots industriales.

Se ha puesto al alcance de la comunidad académica y científica del país una potente herramienta que permite la programación de robots industriales a un costo casi irrisorio.

El desarrollo científico de la comunidad académica de la universidad de Pamplona ha tenido un salto enorme con el desarrollo del presente proyecto.

REFERENCIAS

- Delgado Fernández, Beatriz. Manipulador Robot Mitsubishi RV-M1.
- Barrientos, A. y Peñín, Luís F. *Fundamentos de Robótica*. Madrid, España, 1997.
- Madrigal, R y Vidal, E. *Robots Industriales Manipuladores*. Ed. Alfa Omega. 2004.