



Interfaz del Brazo Robot PUMA 200 con la PC

A. Guzmán R. J. Cid M. F. Reyes C., J. Méndez M., F. Porras S., G. Villegas R.
del Grupo de Robótica de la Facultad de Ciencias de la Electrónica BUAP, 18 sur y San Claudio,
C. U. Edif. 129 CP. 72570, Puebla, Méx. Tel: (2) 2 295500 Ext. 7401, Fax: (7400).
jcid@ece.buap.mx

RESUMEN

Se presenta el entorno necesario para la operación del robot PUMA 200, mediante una computadora personal. Desarrollando el hardware necesario para el monitoreo de las señales de los encoders, y otros componentes con los que cuenta el brazo robot para mostrar su estado o su posición, así como la transmisión de esta información, a una computadora personal. Este hardware, también proporciona los niveles de voltaje necesarios requeridos por la etapa de potencia del PUMA 200, para accionar los servomotores de DC.

1. INTRODUCCION

Actualmente existen muchos tipos de robots industriales y casi un lenguaje de robot para cada marca comercial. El brazo robot PUMA utiliza su propio sistema operativo (VAL II o VAL Plus), el cual fue diseñado específicamente para los robots de la Unimation Inc. Este sistema no permite programar nuevos algoritmos de control, o crear aplicaciones que utilicen mensajes visuales para el usuario. Debido a esto, el objetivo de este trabajo es: establecer un entorno necesario, con una arquitectura abierta, para la operación del robot PUMA 200, mediante una computadora personal. Para poder lograr este objetivo primero fue necesario caracterizar algunos de los componentes del sistema PUMA y así poder decidir cuales de los componentes del sistema pueden ser utilizados por el nuevo modo de operación.



Figura 1 Puma 200

Las características de los componentes utilizados para conseguir la comunicación entre: brazo robot – PC y PC – brazo robot, fueron establecidas tomando como referencia los componentes del sistema PUMA. La otra etapa consistió en la adquisición de las distintas señales que proporciona el brazo robot, y la captura de estas por la computadora, además de la transmisión de la información por la computadora para accionar las articulaciones del brazo, durante esta etapa, también se desarrollaron las primeras rutinas de programación.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Se inicia con el modelo cinemático del Robot PUMA 200

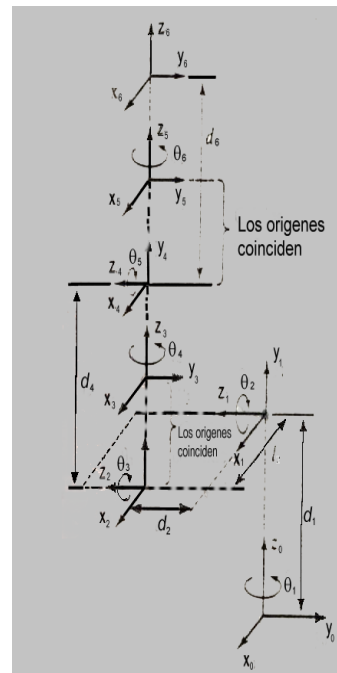


Figura 2 Asignación de ejes de referencia.

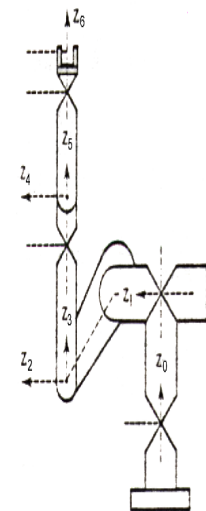


Figura 3 Manipulador en posición cero.

Con MATLAB se utilizó una herramienta especializada en el desarrollo y análisis de robots manipuladores, la cual nos permiten obtener los valores de la cinemática directa e inversa de una manera muy sencilla, lo único que pide



es que la estructura cinemática del manipulador deba ser descrita en forma de matriz, de acuerdo con la convención de Denavit-Hartenberg, donde cada renglón representa un eslabón del manipulador y las columnas, son asignadas de acuerdo con la siguiente tabla 1:

| Columna | Símbolo | Descripción |
|---------|------------|--|
| 1 | α_n | Ángulo de torsión (rad) |
| 2 | d_n | Desplazamiento |
| 3 | θ_n | Ángulo de rotación (rad) |
| 4 | ℓ_n | Longitud |
| 5 | δ_n | Tipo de articulación: cero articulación tipo R y diferente a cero para tipo P. |

Tabla 1 Parámetros de DH para MATLAB.

En la tabla 2 se da el valor numérico de los parámetros de Denavit-Hartenberg para este robot manipulador PUMA 200.

| Eslabón | Desplazamiento d_n | Longitud ℓ_n | Torsión α_n |
|---------|----------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | $d_1=13$ | 0 | $+90^\circ$ |
| 2 | $d_2=5.9$ | $\ell_2=7.8$ | 0° |
| 3 | 0 | $\ell_3=0.75$ | -90° |
| 4 | $d_4=8.0$ | 0 | $+90^\circ$ |
| 5 | 0 | 0 | -90° |
| 6 | $d_6=2.2$ | 0 | 0° |

Tabla 2 Valores numéricos para los parámetros de DH

Se introduce en su forma matricial con los valores siguientes:

Matriz p200:

$$p200 = \begin{bmatrix} \pi/2 & 13 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5.9 & 0 & 7.8 & 0 \\ -\pi/2 & 0 & 0 & 0.75 & 0 \\ \pi/2 & 8.0 & 0 & 0 & 0 \\ -\pi/2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2.2 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

Con estos parámetros se obtiene la cinemática directa e inversa del robot PUMA 200 y se puede visualizar en el espacio xyz junto con la orientación correspondiente.

El diagrama a bloques del sistema se muestra en la figura 4.

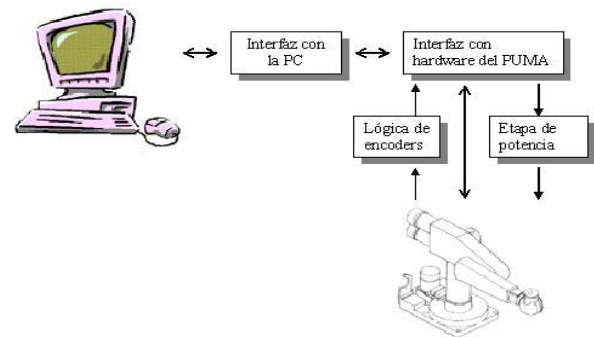


Figura 4 Diagrama a bloques.

Ahora en su representación en forma de su esquemático electrónico queda como se muestra en la figura 5.

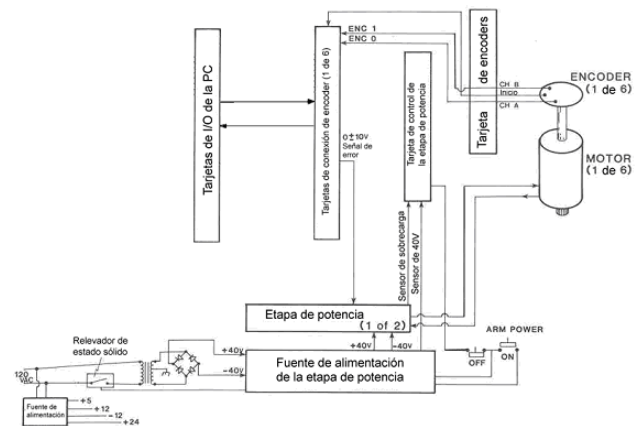


Figura 5 Esquema electrónico del sistema PUMA.

Se utilizan unas tarjetas manufactureras por Advantech Co. Ltd; que son:

PCL-833. Tarjeta para encoders de cuadratura, que es una tarjeta de adquisición que es capaz de manejar hasta tres encoders de cuadratura. Esta tarjeta se conecta a la ranura de expansión ISA cuenta con tres contadores ascendentes/descendentes de 24 bits para el manejo de los encoders, un oscilador programable hasta 16 MHz.

PCL-832. Tarjeta controladora de 3 servo motores, esta tarjeta utiliza técnicas de análisis digital diferencial para control de posición. Para el desarrollo del presente trabajo, no se utilizó a la PCL-832 para controlar los servomotores del PUMA, está es utilizada únicamente para contar los pulsos de los encoders, ya que esta información se encuentra disponible siempre en los contadores de error, los cuales pueden ser leídos por la PC mediante software. Sin embargo, debido a que los contadores son de 12 bits, estos solo pueden contar hasta 4095 pulsos, son insuficientes para manejar los encoders del PUMA de una forma directa, para conseguir que la tarjeta fuese capaz de monitorear todo el rango de



movimiento de las articulaciones, se emplearon los divisores de frecuencia de la PCL-832.

PCL-726. Convertidores digitales a analógicos y señales de control digital Esta tarjeta tiene seis convertidores y un igual número de amplificadores de ganancia programable gracias a esto la PCL-726 maneja distintos rangos de voltaje de salida.

Solo presentando la comunicación con la computadora queda como se muestra en la figura 6.

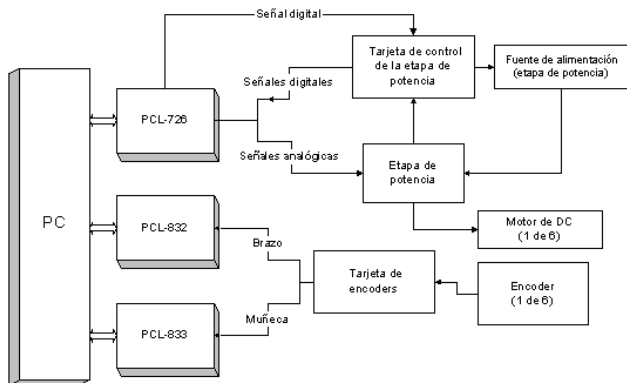


Figura 6 Esquema de conexión PC - PUMA 200

Las tarjetas manufactureras por Advantech, pueden ser operadas mediante varios lenguajes de programación. Sin embargo, se utilizo el lenguaje C y C++. Con esta serie de rutinas se crearon clases las cuales pueden ser utilizadas por herramientas de desarrollo como Visual C++. De esta manera se permite desarrollar aplicaciones, para las plataformas Windows y NT. Se desarrollaron las siguientes rutinas principales:

Pcl726.cpp: contiene las rutinas de inicialización, lectura y escritura para la tarjeta de convertidores digitales a analógicos además de las señales digitales de control del sistema PUMA. Este archivo requiere del fichero de cabecera Pcl726.h para poder ser compilado.

Pcl832.cpp: en este se encuentran el código de las rutinas utilizadas para manipular, la tarjeta controladora de 3 servo motores (PCL-832). Para poder utilizar estas rutinas se requiere del archivo Pcl832.h, en el cual se declararon las variables y rutinas desarrolladas.

Los archivos fuente **Pcl833.cpp**, **Pcl833.h** y **833drive.h** contienen el código necesario para configurar, inicializar y manipular la tarjeta para encoders de cuadratura (PCL-833), estos archivos deben ser incluidos en cualquier proyecto que sea desarrollado en lenguaje C/C++ para utilizar la PCL-833.

El programa PUMA 200, fue desarrollado con la idea de mostrar la manera de utilizar, la interfaz del brazo robot PUMA 200 con la PC además, de ser una plataforma que ayude al desarrollo de nuevas aplicaciones de una forma segura para el manipulador ya que el proyecto PUMA 200 limita los rangos de movimiento de las articulaciones para evitar que estas se dañen, es capaz de operar las tarjetas de adquisición de datos en varias formas, realiza una interfaz con el reloj del sistema de la PC permitiendo que el tiempo de muestreo se pueda variar dependiendo de las necesidades del trabajo que se esta realizando. Además de todas estas características el proyecto PUMA 200 fue diseñado de una forma estructurada para permitir un fácil entendimiento del código. En la Figura 7 se presenta la ventana principal que permite monitorear y controlar el Robot PUMA 200



Figura 7 Ventana principal PUMA 200

En las fotos de figura 8 se representa el movimiento del manipulador desde su punto de referencia hasta la posición de inicio de operación.



Figura 8^a



Figura 8b



Figura 8c

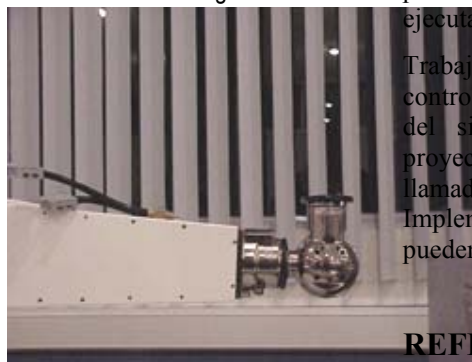


Figura 8d



Figura 8e

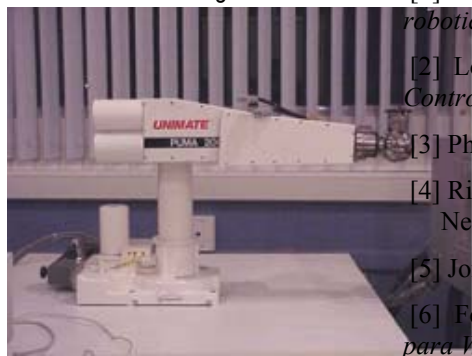


Figura 8f

Figura 8 Trayectoria del PUMA 200 punto de referencia a punto de inicio

3. CONCLUSION

Se tiene un desarrollo básico del hardware para controlar el PUMA 200, con el programa se operan las

articulaciones del manipulador y también permite el desarrollo de nuevos trabajos de una manera segura para el sistema mecánico del robot, ya que evita que las articulaciones se golpeen. Esto se logra fijando valores menores a los máximos permitidos por la mecánica del robot.

La operación del manipulador mediante una PC, de la forma desarrollada en el este trabajo, permite contar con un entorno de programación abierto. Este programa utiliza clases y rutinas, las cuales pueden ser utilizadas y, en caso de ser necesario, modificadas fácilmente. Además, de permitir el desarrollo de aplicaciones que puedan ser ejecutadas bajo Windows.

Trabajos futuros como el diseño o implementación de controladores que permitan obtener una mejor respuesta del sistema, pueden ser desarrollados utilizando el proyecto PUMA 200 ya que este cuenta con una rutina llamada PID la cual contiene el algoritmo de control. Implementaciones de la cinemática del manipulador pueden ser también puntos de mejora para la operación

REFERENCIAS

- [1] C. S. G Lee, R. C. González, K. S. Fu. *Tutorial on robotics*
- [2] Lorenzo Sciavicco, Bruno Siciliano. *Modeling and Control of Robot Manipulators*
- [3] Phillip John McKerrow. *Introduction to Robotics*
- [4] Richard D. Klafter, Thomas A. Chmielewski, Micheal Negin. *Robotic Engineering, An Integrated Approach.*
- [5] Jon Bates, Tim Tompkins. *Descubre Visual C++ 6*
- [6] Fco. Javier Cevallos. *Visual C++ 6, Aplicaciones para Win32*
- [7] Advantech. *Manual de usuario para la PCL-726, 832 y 833*
- [8] Unimate *PUMA Mark II Robot, 200 Series Equipment Manual*