



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MANIPULADOR DE CINCO GRADOS DE LIBERTAD

J. R. Rodríguez -Tzompantzi, J. E. Flores-Mena, A. Michua-Carrillo y F. Javier Amaro.
Facultad de Ciencias de la Electronica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Av. San Claudio y 18 Sur, San Manuel, Edificio 156, Puebla 72570, Pue., México.
rtjr@ece.buap.mx,

RESUMEN

En este trabajo presentamos un manipulador de cinco grados de libertad, el cual es accionado por motores a pasos sin retroalimentación. El prototipo tiene un efector final de tres tenazas, que permite colocar un objeto en una determinada posición. También, hemos construido una interfase visual (en visual C++), para simular el funcionamiento del manipulador.

1. INTRODUCCION

Con el avance de la ciencia y tecnología, las necesidades del ser humano se han diversificado lo cual ha traído como consecuencia que necesite de la ayuda de las maquinas, en particular cada vez mas de las maquinas automatizadas. Esto debido a varios factores, como son el tiempo y los riesgos donde se efectúan determinadas tareas. En los últimos años los robots manipuladores han mostrado ser de gran ayuda tanto en la industria como en la investigación, esto se debe a que ellos pueden efectuar tareas especificas de manera mas precisa que el ser humano. El grado de complejidad que llegan a tener los robots manipuladores en sus aplicaciones hace necesario contar con personal calificado para su correcta instalación y aplicación. Por lo cual, una interfaz visual es muy útil para hacer fácil la operación del mismo, reduciendo tiempo de aprendizaje en los usuarios finales. El manipulador de cinco grados de libertad es una aproximación antropomórfica de un brazo humano, de ahí que este realice tareas semejantes al brazo humano, aunque en menor numero por tener un grado de libertad menos. El trabajo está dividido en varias secciones en la sección dos describimos la construcción del manipulador, la sección 3 trata brevemente el modelo cinemático, en la sección 4 presentamos los resultados al realizar una tarea especifica y en la ultima sección hacemos una breve discusión de los resultados obtenidos.

2. DESCRIPCIÓN DEL MANIPULADOR.

Las partes del manipulador están divididas en estructura y engranes, en la estructura se tiene la base, cuerpo, brazo, antebrazo, muñeca, y efector final, la base esta construida en acero estándar St37, el cuerpo, brazo y antebrazo se fabricaron de aluminio, los engranes y poleas dentadas se fabricaron de plástico acero, el conjunto engrane que permite mover a la muñeca se muestra en la siguiente figura 1



para la base y los eslabones brazo y antebrazo se utilizo el sistema de engranes del la figura 2 siguiente :



La estructura y engranes armados se puede apreciar en la



figura 3 están incluidos los motores a paso, actuadores eléctricos utilizados.

Una de las ventajas del brazo manipulador presentado es que evita el problema de alojar motores en la muñeca , pues esto disminuye su capacidad de levantar un objeto. El sistema de trasmisión mecánica del brazo manipulador tiene concentrado los motores dentro de la articulación cuerpo y por medio del sistema mecánico de poleas



dentadas milimétricas se logra transmitir el movimiento a los dos engranes cónicos dispuestos en la parte final del antebrazo. Mediante este sistema la capacidad de carga se incrementa, para cerrar las pinzas de tres tenazas se ocupa un sistema de poleas y cable acerado, de acuerdo a un tensor cople que permite recibir los tres cables de la pinza y se convierte en un solo punto de sujeción.

3. MODELO CINEMÁTICO

La solución cinemática directa e inversa permite obtener la posición y orientación para el punto final de manipulador, la cinemática inversa resuelve el problema de obtener un ángulo de la trayectoria de un punto. En la siguiente figura 3.1, se obtiene la solución inversa del manipulador. Se obtiene la matriz **T** que relaciona el sistema de referencia {S0} asociado a la base con el sistema de referencia {S5} asociado al extremo la figura 3.1 tiene asignado el sistema de referencia según los criterios de Denavit – Hartenberg estando el manipulador en la posición de partida inicial (F1=F2=0), apoyándose en la tabla 3.1,

Articulación	D	a	O0	alfa
1	L	0	F1	0
2	D	0	F2	90
3	D	0	F3	0
4	.d	0	F4	0
5	0	0	F5	-90

la cual contiene los parámetros de Denavit – Hartenberg. A partir de éstos se obtienen las matrices **A** y la matriz **T**. La solución del problema cinemático inverso del manipulador son:

$$F1 = \arctan(Px/Py)$$

$$F2 = \arctan([\text{raiz cuadrada}]P2x + P2y/11 - Pz)$$

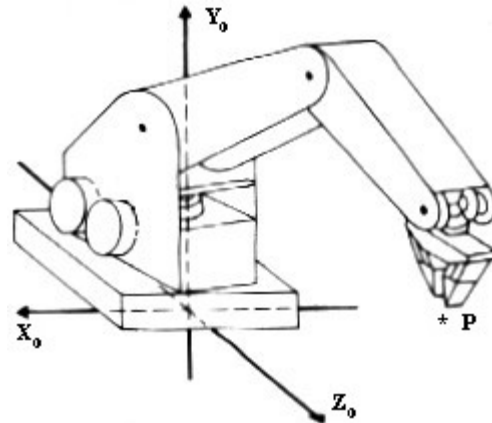
$$F3 = C2(Pz - 11) - S2([\text{raiz cuadrada}]P2x + P2y)$$

4. RESULTADOS

El brazo actualmente funciona a lazo abierto, es decir, realiza una tarea encomendada de llevar la pinza a un lugar donde está un objeto, tomarlo y regresar a su posición inicial. No obstante, el movimiento del brazo se realiza por medio de un control ON/OFF, el cual consiste en encender o apagar por secuencias cada uno de los motores, de modo que cada motor encendido hace un movimiento específico, de modo que el eslabón asociado realiza un movimiento deseado.



Por otra parte, el ambiente gráfico construido con Visual C++, solo representa una animación del movimiento del brazo manipulador, esto de acuerdo con el modelo Cinemático de un brazo manipulador de cinco grados de libertad, ver figura siguiente.



Se está trabajando con el objetivo de acoplar el ambiente gráfico y el movimiento de brazo, esto con un control de lazo cerrado, de modo que la simulación se mueva de la misma forma que el brazo, en tiempo real. El sistema en construcción actual realiza una tarea encomendada, con las limitantes mencionadas arriba, y con errores mecánicos, que aproximadamente son de cinco milímetros.

5. COMENTARIOS

Son variados los problemas que se tiene para controlar los movimientos de cada articulación, los efectos generados por la velocidad que adquiere el manipulador, hace que sus movimientos incrementen su error de trabajo, volviéndolo inestable, la retroalimentación proporciona tener referencia de su posición con error dependiendo de la posición deseada y la real obtenida.

REFERENCIAS

- [1] Mikell P. Groover, ``Robotica Industrial. Mc Graw Hill, 1993. Impreso en México 1993
- [3] R.E. Moore, *Interval analysis* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1966).



[4] Koivo. Antti J. Fundamentals for control of robotic

manipulators.Singapore.

