



CINEMATICA Y POSICIONAMIENTO DE UN MANIPULADOR DE ESLABONES ARTICULADOS PARA EL USO EN EL LABORATORIO

A.*Lara E., F. Reyes C., J. Cid M., J. Mendez M., F. Porras, G. Villegas R., J. I. Becerra P. L.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Electrónica, Instituto de Ciencias. Ciudad Universitaria Apdo. Postal J-32 Col. Sn. Manuel, Puebla, Pue. Tel. 01 (222) 244 39 49
EXT. 7857. E-mail:jmm@ece.buap.mx , alara@ece.buap.mx.

RESUMEN

La necesidad de diseñar mecanismos robotizados para uso específico en el laboratorio que nos permita medir o detectar cualitativamente parámetros como la temperatura, humedad, presión, etc. En procesos que pueda realizarse en hornos o sistemas es el resultado de este trabajo. Se presenta el diseño de un brazo equipado con sensores de detección de temperatura, humedad, presión, radiactividad, etc.

1. INTRODUCCIÓN.

Dentro del área de detección y medición en el laboratorio se presentan necesidades que a veces solo son rutinas las cuales pueden efectuarse con mecanismos robotizados ya que de alguna manera basta con programarse y este desarrolla una rutina en el proceso de el laboratorio tal es el caso de el desplazamiento de muestras o colocación de termopass en el área de proceso de crecimiento de película del gadz.

2. OBJETIVOS.

- Diseñar manipuladores de uso específico.
- Elaborar la cinemática y dinámica del manipulador.
- Construir el manipulador.
- Programarlo para controlarlo.

3. DESARROLLO TEORICO.

Una de las partes más importantes en el diseño de un robot es el estudio y desarrollo de la cinemática en donde se dan solución a problemas derivados del posicionamiento de los elementos

del manipulador. Esta cinemática se basa en tres conceptos fundamentales que son. 1) Estructura

mecánica del manipulador. 2) Los grados de libertad para el posicionamiento del elemento final o efector. 3) Soluciones de los problemas directo e inverso.

El manipulador esta constituido por tres elementos básicos: cuerpo, brazo y antebrazo, que se relacionan entre si mediante articulaciones o pares cinematicos de rotación (R) o prismáticos (P), cada elemento dispone de dos pares cinematicos, standard el primero de ellos fija a la base y el ultimo con un extremo libre, en donde se sitúa el aprehensor o herramienta. El tipo de manipulador emplea tu mas frecuentemente en la industria tiene tres grados de libertad en sus elementos, y otros tres en la muñeca. La estructura del manipulador y el tipo de articulaciones definen los movimientos por lo que cada caso se debe usar el tipo adecuado de coordenadas, en este caso se trabajan con coordenadas angulares.

4. RESOLUCION TRIGONOMETRICA DE LA ECUACION QUE POSICIÓN EL EFECTOR DE NUESTRO MANIPULADOR.

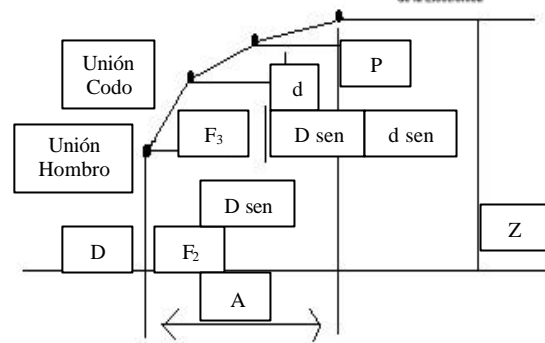
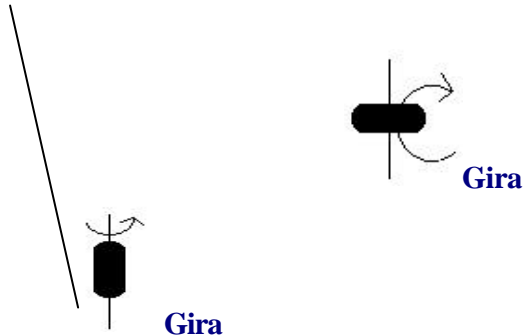
Las coordenadas angulares que se indican en el modelo cinético son F_1 , F_2 y F_3 además de F_4 y F_5 que corresponde con los ángulos de giro del efector final en conjunto la composición da lugar a los movimientos denominados PITCH y ROLL. La simbología adecuada indica la direcciones de el ángulo positivo en la articulación.

5. SOLUCION DIRECTA.



La solución directa determina el valor de las coordenadas (x, y, z) y el valor de los ángulos PITCH y ROLL en función de las coordenadas de unión es decir de las angulares $F_1, F_2, F_3, F_4,$ y F_5 .

6. SIMBOLOS EMPLEADOS.



Según la Fig. z viene dada por
 $Z = L + D \text{ sen } F_2 + D \text{ sen } F_3 + d \text{ sen } P$

Para hallar el valor de las coordenadas x e y se calcula previamente A
 $A = D \text{ cos } F_2 + D \text{ cos } F_3 + d \text{ cos } P$

Donde la correspondiente a Z y A es decir F_2 y F_3 son conocidas.

El valor del ángulo PITCH (P) se halla en función de F_4 y F_5 al igual que el ángulo ROLL, R.
 $P = 1/2 (F_5 + F_4)$ $R = 1/2 (F_5 - F_4)$

Para los valores x e y según la Fig.
 $x = A \text{ cos } F_1$ $y = A \text{ sen } F_1$

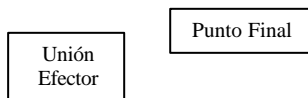
Finalmente para alguna solución numérica o computacional las relaciones son:

$$P = 1/2 (F_5 + F_4) \quad R = 1/2 (F_5 - F_4)$$

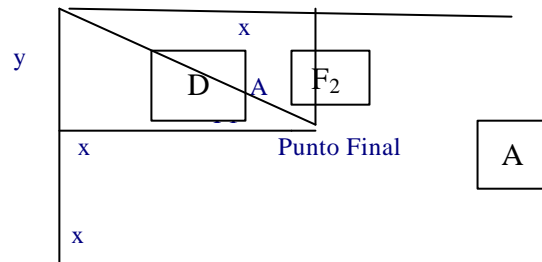
$$A = D \text{ cos } F_2 + D \text{ cos } F_3 + d \text{ cos } P$$

$$x = A \text{ cos } F_1 \quad y = A \text{ sen } F_1$$

$$Z = L + D \text{ sen } F_2 + D \text{ sen } F_3 + d \text{ sen } P.$$



Proyección de los elementos del manipulador sobre el formato por los ejes z y a
 Proyección de A sobre el plano x- y



7. SOLUCION INVERSA

La solución inversa trata de obtener el valor de las coordenadas de unión F_1, F_2, F_3, F_4 y F_5 conocida las coordenadas (x, y, z) y los ángulos PITCH y ROLL.

El ángulo F_1 se deduce de la proyección de A sobre el plano x -y;
 $A = \sqrt{x^2 + y^2}$ $F_1 = \text{arctg } y/x$

Por la relación de los ángulos PITCH y ROLL con F_4 y F_5 se obtiene.

$$P = 1/2 (F_5 + F_4) \quad F_5 = P + R$$

$$R = 1/2 (F_5 - F_4) \quad F_4 = P - R$$

Para F_2 y F_3 se utiliza un plano formado por Z y A se halla las coordenadas del efector (Z_1, A), i.e.



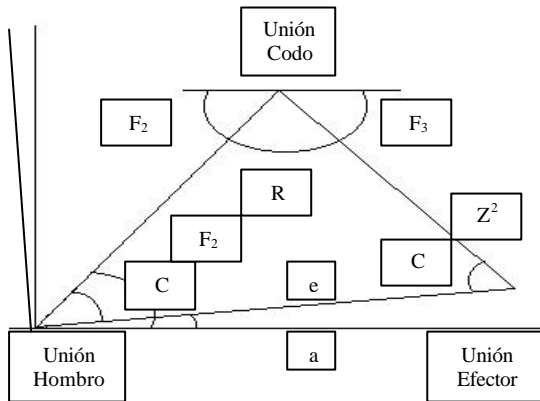
$$Z_1 = Z - d \sin P$$

$$\cos P$$

$$A_1 = A - d$$



El siguiente paso define el triángulo formado por las uniones del efector hombro y codo así.



Y la altura se llama

$$a = D^2 - d^2 = D^2 - 1/4(Z_2^2 + A_1^2)$$

$$C = \arctg a/b = \arctg \sqrt{4 D^2 / (Z_2^2 + A_1^2) - 1}$$

De donde $F_2 = C + P$

$$C + C + P = 180^\circ \quad F_2 + P + F_3$$

$= 180^\circ$

$$F_2 + 180 - 2C + F_3 = 180^\circ$$

$$C + P - 2C + F_3 = 0$$

$$F_3 = C - R$$

Si cambia de sentido de F_3 final tenemos

$$F_3 = R - C$$

Resolviendo los valores de los parámetros involucrados para una posible solución o simulación en algún paquete computacional tenemos.

$$F_5 = P + R$$

$$F_4 = P - R$$

$$A = x^2 + y^2$$

$$F_1 = \arctg Y/X$$

$$A_1 = A - d \cos P$$

$$Z_2 = Z - d \sin P - H$$

$$P = \arctg Z_2 / A_1$$

$$F = \arctg \sqrt{4 D^2 / (Z_2^2 + A_1^2) - 1}$$

$$F_2 = C + P$$

8. D a O FINAL

Tenemos Z_2 y A_2

Sabemos que $A_2 = A_1$ y que $Z_2 = z_1 - H$ se obtiene.

$$Z_2 = Z - d \sin P - H$$

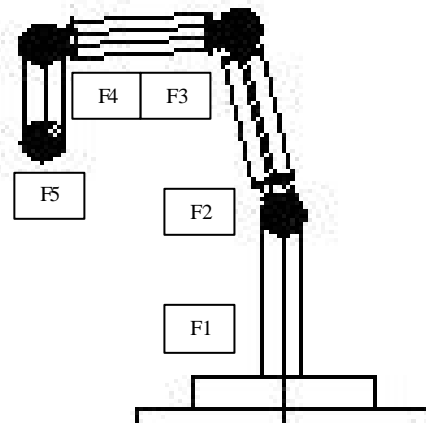
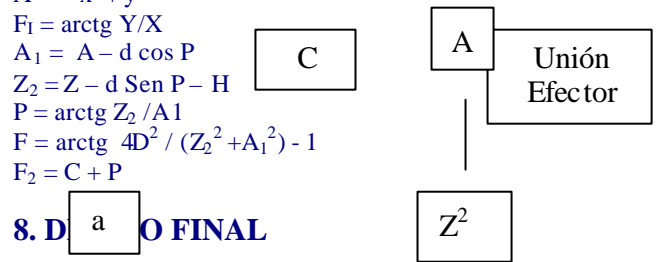
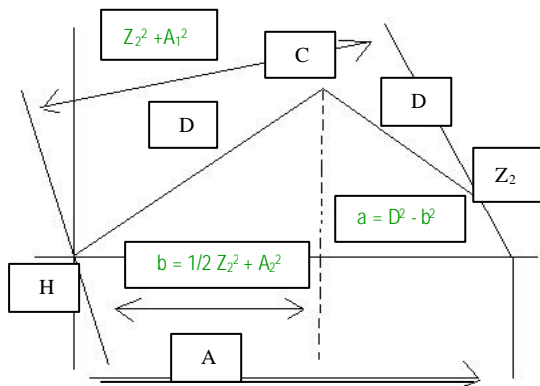
Obteniendo Z_2 la altura del efector sobre el hombro que es igual a la altura del efector sobre la mesa menor la altura del hombro

$$P = \arctg Z_2 / A_2 = \arctg Z_2 / A_1$$

Calculando P conseguimos F entonces

$$b = 1/2 Z_2^2 + A_2^2 = 1/2 Z_2^2 + A_1^2$$

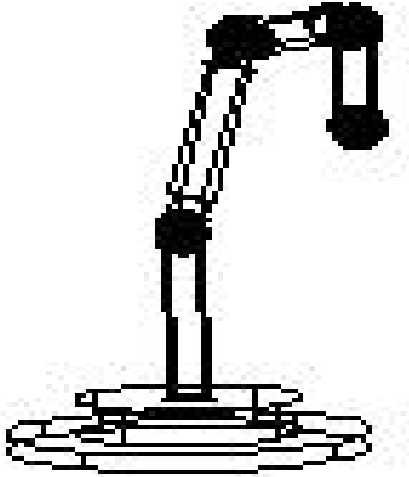
b ; base del manipulador H, C y O





5.- W. Stadler Analytical Robotics and Mechatronics (Mc. Graw Hill) 1995

6.- J. López, J. A. Tajadura Autocad 2000 (Mc. Graw Hill) 2000



9. PROGRAMACION

La programación de este manipulador se realizara en AutoLisp, ya que AutoCad contiene un editor de Lisp y se puede programar mas fácilmente el diseño que se tiene.

10. CONCLUSIONES.

En la actualidad el uso de robots o manipuladores en el laboratorio para programar procesos de control pueden ser ¿? Cristalografías, procesos de encoders, procesos de fotolitografía, etc. Se han optimizado por robots.

Es nuestro trabajo se desarrolla el diseño para tiempo real lo cual nos permite ser un exacto antes de la construcción.

11. BIBLIOGRAFIA

- 1.- M. B. Histan, D. G. Alciatore, Introduction to Mechatronics (Mc. Graw Hill) 1999.
- 2.- J. E. Shigley, J. J. Uicker Jr., Theory of machines and mechanisms (Mc. Graw Hill) 1995
- 3.- J. M. Angulo Robótica Practica (Paraninfo) 1996
- 4.- F. H. Raven Automatic Control Engineering. (Mc, Graw Hill) 1987

“SEGUNDO CONGRESO NACIONAL DE ELECTRONICA, 24, 25 ,26 DE SEPTIEMBRE DE 2002
CENTRO DE CONVENCIONES WILLIAM O JENKINS , PUEBLA PUE. MEXICO”