

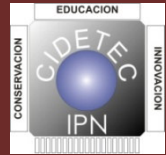


Diseño, Construcción y Simulación de un Robot Rígido

CIDETEC-IPN. Departamento de Posgrado. Área de Mecatrónica

H. Maldonado-Del Toro, J. C. Rivera-Díaz, R. Silva-Ortigoza* y V. M. Hernández-Guzmán

e-mail: hmaldonadod0900@ipn.mx, jcriver30@hotmail.com, rsilvao@ipn.mx, vmhg@uaq.mx

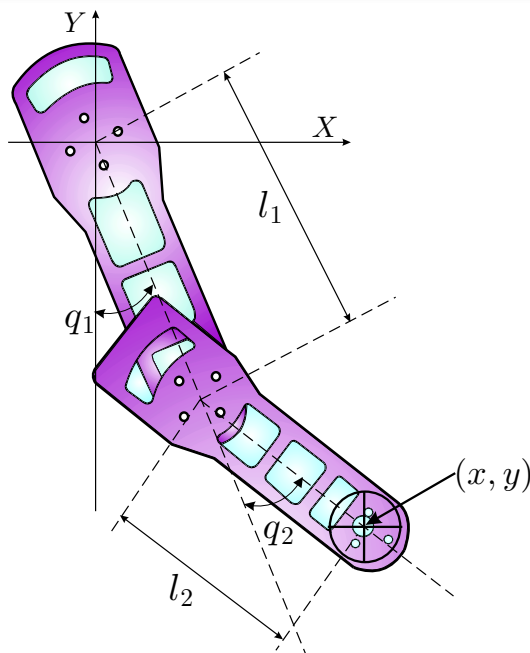


OBJETIVO

En este proyecto de investigación se modela, diseña, construye y simula un robot rígido de dos grados de libertad. Más específicamente:

- 1) Se obtienen las ecuaciones que describen la cinemática de robot rígido.
- 2) Usando SolidWorks® se diseña y construye el prototipo.
- 3) Utilizando Matlab® Simulink® se obtienen resultados a nivel simulación de la cinemática que involucra al robot rígido.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ROBOT RÍGIDO



Modelo matemático del robot rígido

❖ El robot está compuesto por dos grados de libertad de tipo rotacional.

❖ La cinemática del robot rígido está determinada por:

$$x = l_1 \sin(q_1) + l_2 \sin(q_1 + q_2)$$

$$y = -l_1 \cos(q_1) - l_2 \cos(q_1 + q_2)$$

Diseño mecánico

Con la ayuda de SolidWorks® se diseñó y construyó cada una de las piezas mecánicas de las que se compone el robot rígido.

Los componentes principales del diseño mecánico realizado se muestran abajo. Una vista isométrica se muestra en la Figura 1, y una vista lateral se muestra en la Figura 2. Mientras que en la Figura 3 y 4 se presentan respectivamente las fotografías del prototipo en estas vistas.

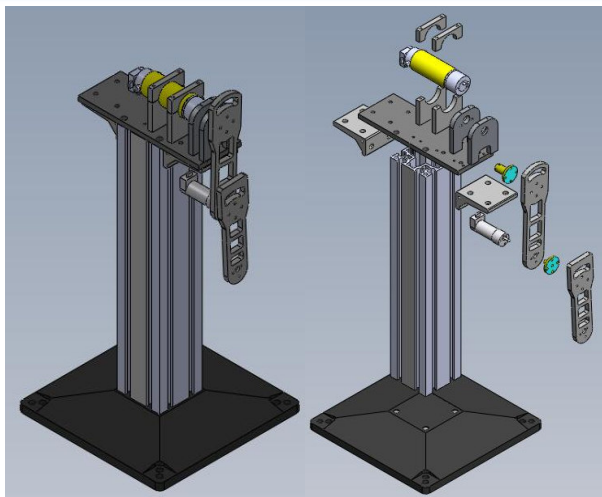


Figura 1. Vista isométrica

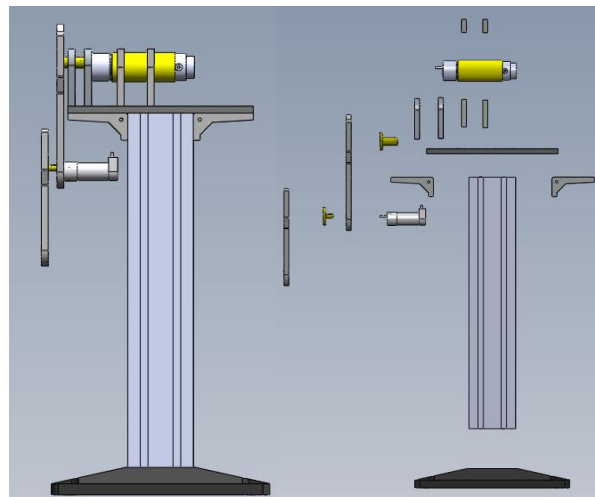


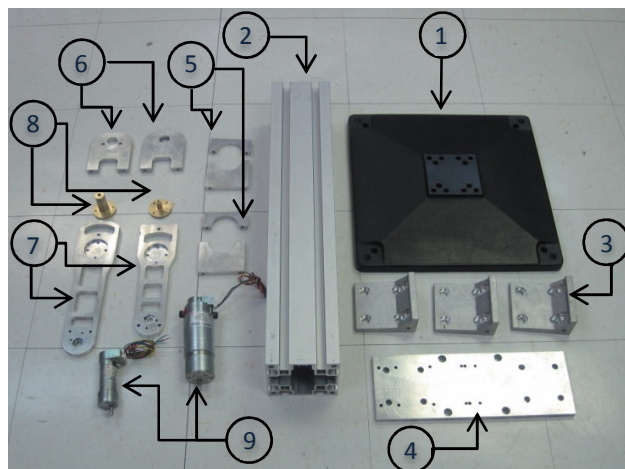
Figura 2. Vista lateral

CONSTRUCCIÓN DEL ROBOT RÍGIDO

Piezas mecánicas

Los componentes principales del robot son:

- 1.- Base del brazo robótico
- 2.- Estructura del brazo robótico
- 3.- Soportes en ángulo (3)
- 4.- Base del motor
- 5.- Bridas de soporte para el motor (2)
- 6.- Soportes entre motor y eje de unión (2)
- 7.- Eslabones (2)
- 8.- Ejes de unión de motor con eslabones (2)
- 9.- Actuadores (2)



Actuadores

Para generar el movimiento de los eslabones el brazo robótico utiliza dos motores de corriente directa, los cuales tienen integrados encoders de tipo incremental, que permitirán en futuras investigaciones realizar el control en tiempo real.

Para generar el movimiento del primer eslabón se utilizó un motor de la marca PITTMAN modelo GM14904S014, que posee las siguientes características:

- ✓ Alimentación a 12 V
- ✓ Encoder óptico a 500 pulsos por revolución
- ✓ Caja de reducción de 20 a 1
- ✓ Velocidad de 179 RPM



Para el generar el movimiento del segundo eslabón se utilizó un motor de la marca PITTMAN modelo GM8724S015, que posee las siguientes características:

- ✓ Alimentación a 12v
- ✓ Encoder óptico a 500 pulsos por revolución
- ✓ Caja de reducción de 20 a 1
- ✓ Velocidad de 230 RPM



Robot rígido ensamblado

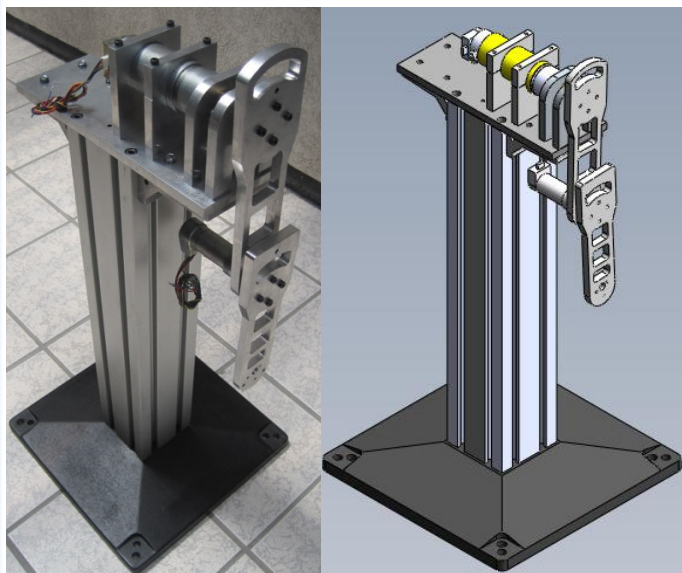


Figura 3. Vista isométrica

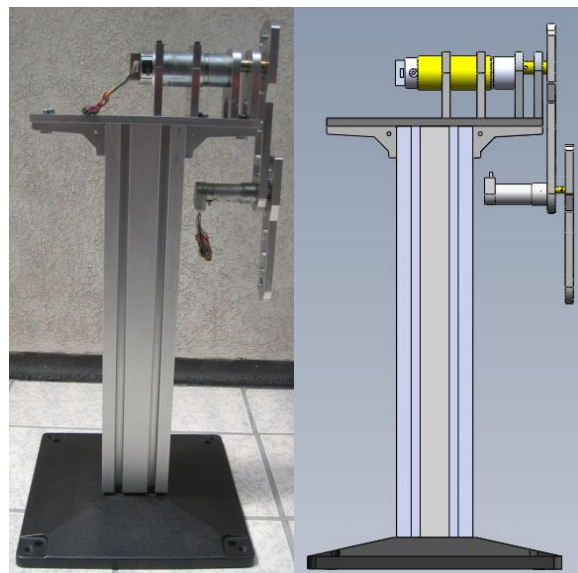


Figura 4. Vista lateral

Una vista isométrica y frontal del prototipo construido, y su contraparte diseñada en SolidWorks®, se presenta respectivamente en las Figuras 5 y 6.

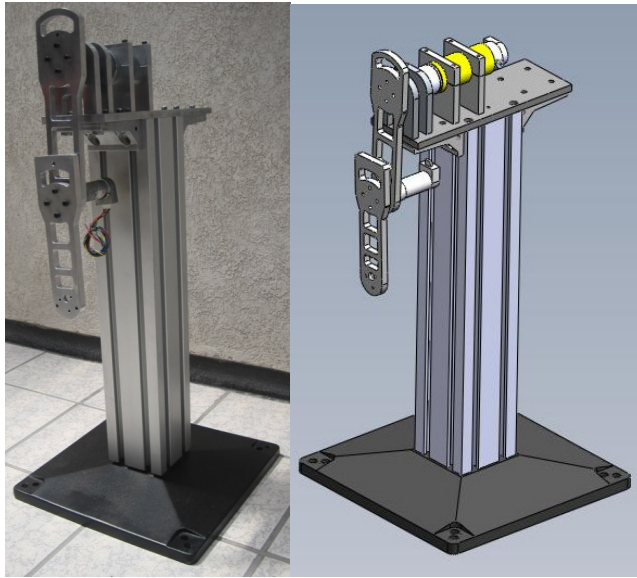


Figura 5. Vista isométrica



Figura 6. Vista frontal

SIMULACIÓN DEL ROBOT RÍGIDO

Descripción general

Para efectos de simulación, se toma la cinemática que involucra al robot rígido. Al derivar una vez con respecto al tiempo el modelo cinemático podemos obtener la relación de velocidades descrita a continuación:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= l_1 \cos q_1 \dot{q}_1 + l_2 \cos(q_1 + q_2) \dot{q}_1 + l_2 \cos(q_1 + q_2) \dot{q}_2 \\ \dot{y} &= l_1 \sin q_1 \dot{q}_1 + l_2 \sin(q_1 + q_2) \dot{q}_1 + l_2 \sin(q_1 + q_2) \dot{q}_2\end{aligned}$$

Al tener estas relaciones de velocidades para cada articulación se pueden obtener los resultados mostrados en la posición de los ejes coordenados.

Aunque hemos de mencionar que para llevar a cabo la experimentación del prototipo en tiempo real se hará uso del modelo dinámico del robot rígido de dos grados de libertad.

Para llevar a cabo la simulación se tomaron los siguientes valores obtenidos de las longitudes reales de los eslabones.

$$l_1 = 0.19335 \text{ m}$$

$$l_2 = 0.14585 \text{ m}$$

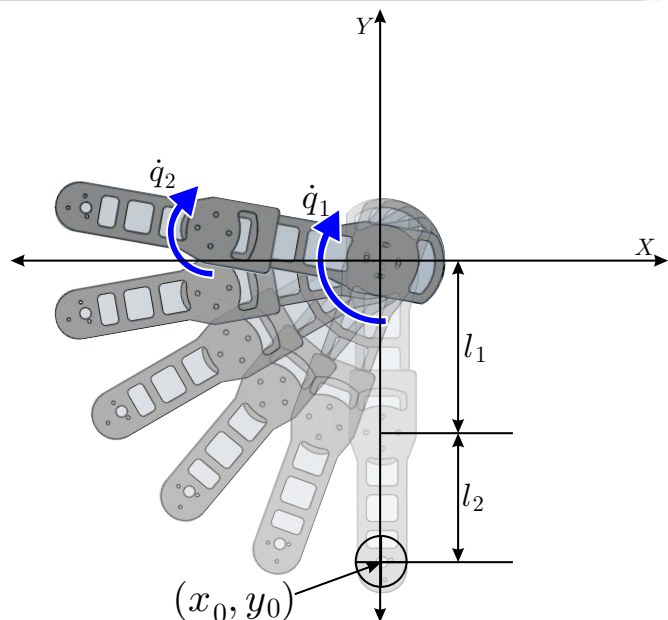
Así como los valores de la posición inicial.

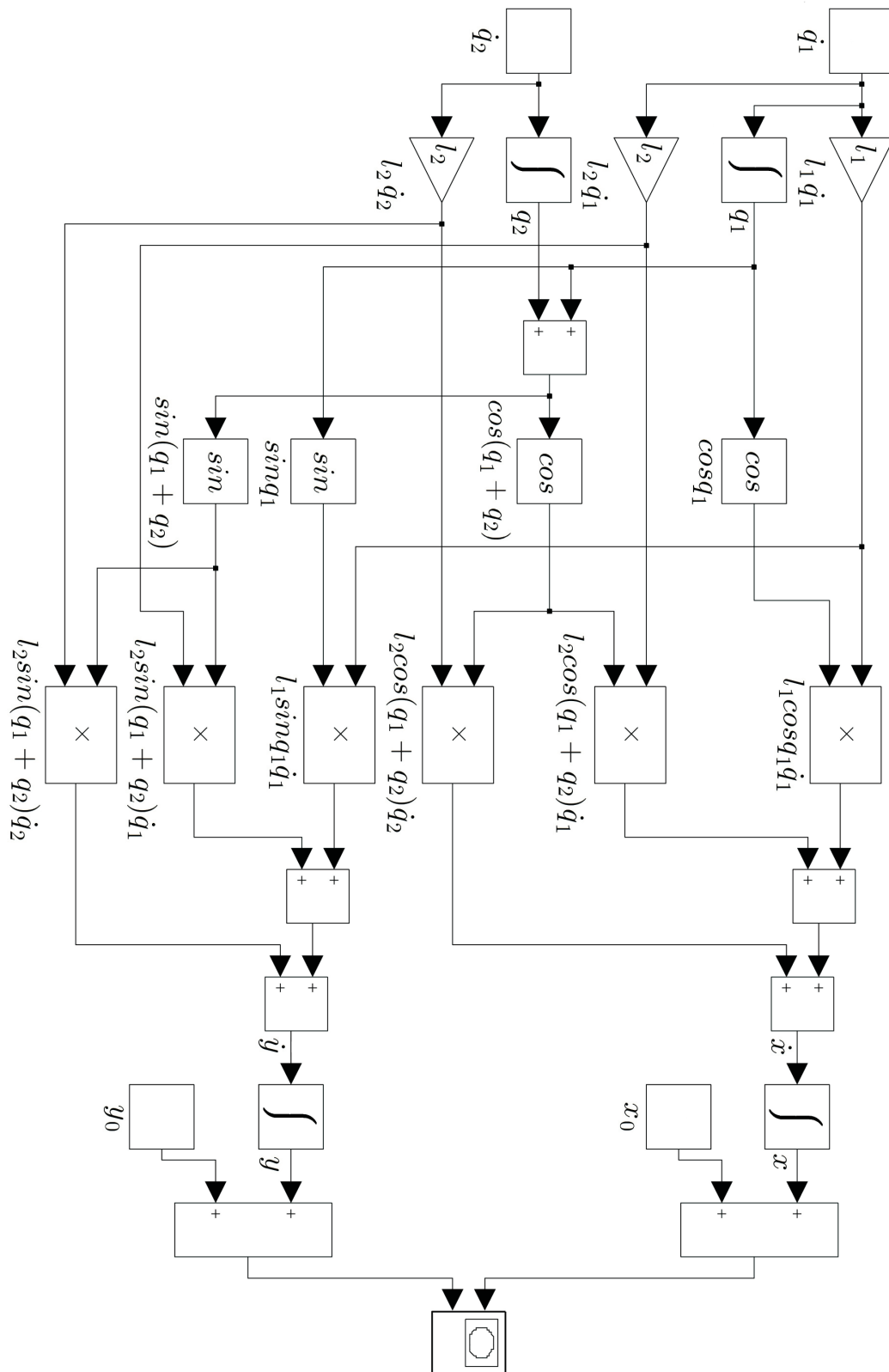
$$x_0 = 0 \text{ m}$$

$$y_0 = -0.33920 \text{ m}$$

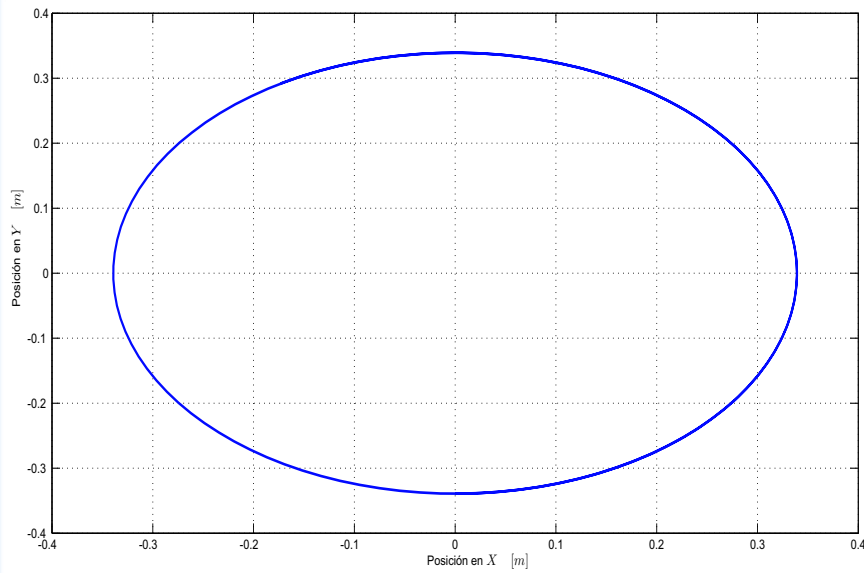
Para el control del movimiento tenemos las variables de velocidad angular en cada eslabón del robot manipulador.

$$\begin{aligned}\dot{q}_1 \\ \dot{q}_2\end{aligned}$$





Resultados obtenidos



El resultado de la simulación al graficar el eje X contra el eje Y, da por resultado que el eslabón uno y el eslabón dos giren uniformemente a lo largo de toda su extensión. Los valores aplicados a cada velocidad angular se muestra a continuación:

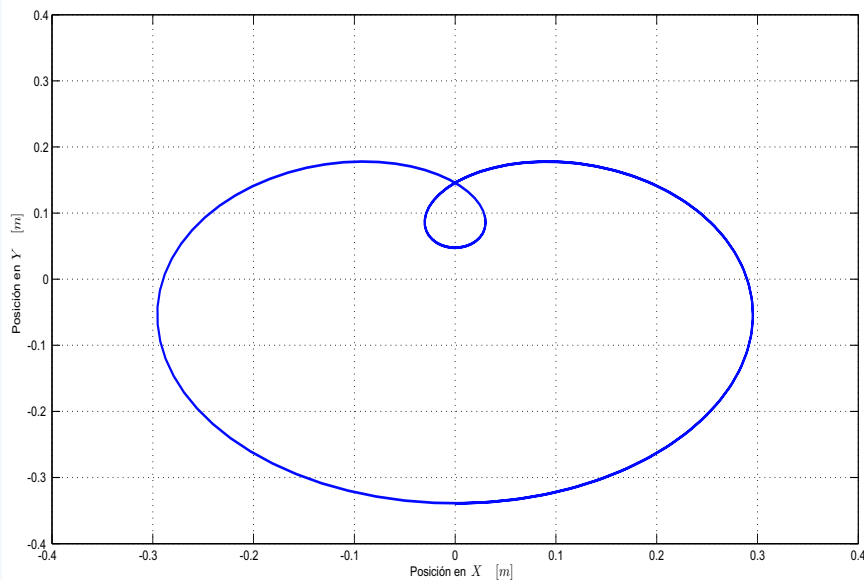
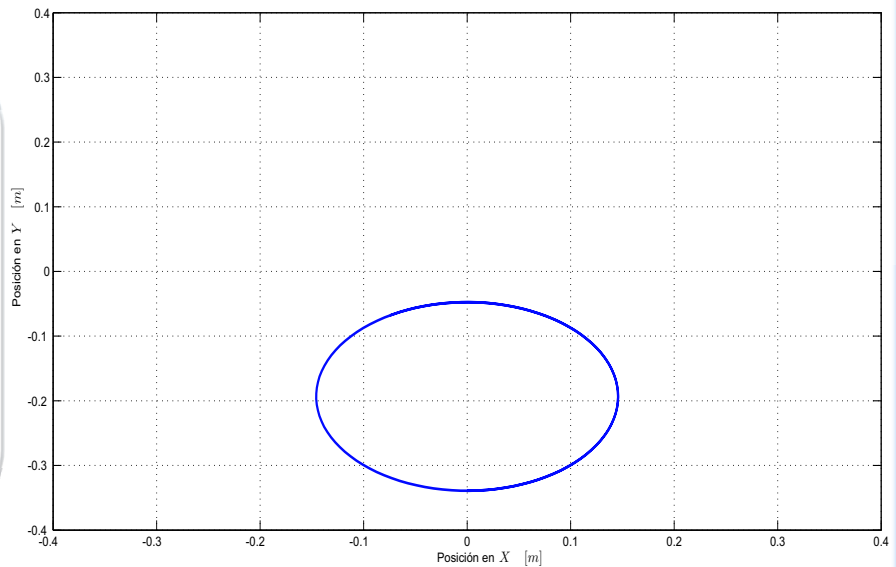
$$\dot{q}_1 = 1 \text{ rad/s}$$

$$\dot{q}_2 = 0 \text{ rad/s}$$

El resultado de la simulación al graficar el eje X contra el eje Y, da por resultado que solamente gire el eslabón dos sobre su propio eje. Los valores aplicados a cada velocidad angular se muestra a continuación:

$$\dot{q}_1 = 0 \text{ rad/s}$$

$$\dot{q}_2 = 1 \text{ rad/s}$$



El resultado de la simulación al graficar el eje X contra el eje Y, da por resultado que el eslabón uno gire sobre su propio eje, al llegar a la mitad del giro el eslabón dos gira sobre su propio eje. Los valores aplicados a cada velocidad angular se muestra a continuación:

$$\dot{q}_1 = 1 \text{ rad/s}$$

$$\dot{q}_2 = 1 \text{ rad/s}$$