

## Tarea 2

TSP 2018-1 Robótica Aplicada  
Facultad de Ingeniería, UNAM

11 de Septiembre, 2017

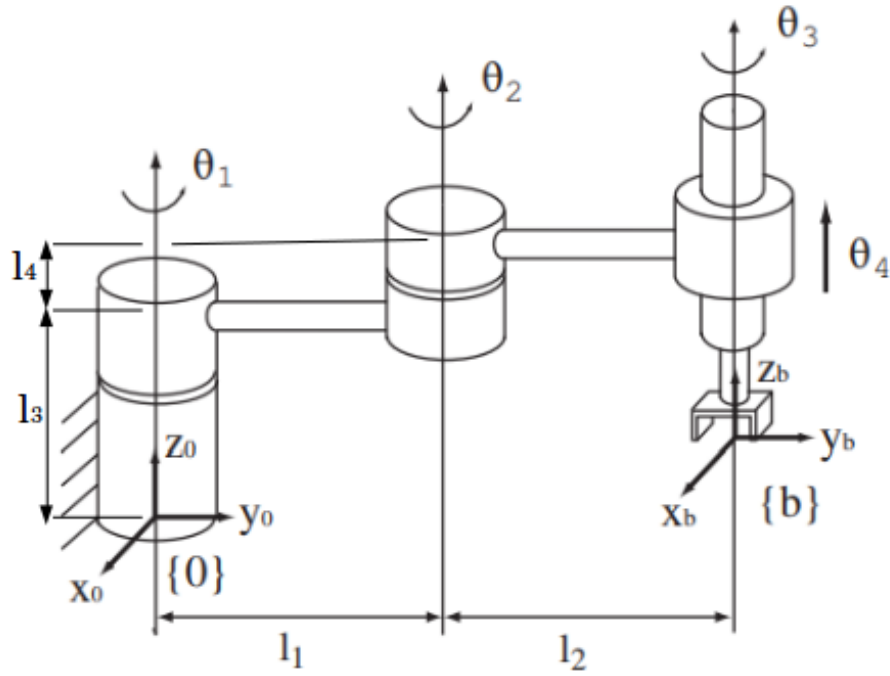


Figura 1: Manipulador SCARA RRRP de 4 GdL.

**Ejercicio 1.** Calcular las ecuaciones de cinemática inversa del manipulador Scara RRRP mostrado en la Figura 1 cuya matriz de transformación está definida por la ecuación 1. Solucionar  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  &  $\theta_4$  en términos de  $x, y$  &  $\phi$ .

$$A_{04} = \begin{bmatrix} c_{123} & -s_{123} & 0 & l_1 c_1 + l_2 c_{12} \\ s_{123} & c_{123} & 0 & l_1 s_1 + l_2 s_{12} \\ 0 & 0 & 1 & l_3 + l_4 + \theta_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

**\*Pista:** La orientación de éste manipulador está restringida en ciertas direcciones, por lo que únicamente puede cumplir con una solución de la forma:

$$R = \begin{bmatrix} c_\phi & -s_\phi & 0 \\ s_\phi & c_\phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

**Ejercicio 2.** Calcular el Jacobiano  $J(q)$  del Manipulador Scara descrito en el Ejercicio 1.

$$\begin{bmatrix} v_{0n} \\ \omega_{0n} \end{bmatrix} = J(q)\dot{q} = \begin{bmatrix} J_v \\ J_\omega \end{bmatrix} \dot{q} \quad (3)$$

Donde:

$$J_{v_i} = z_{i-1} \times (o_n - o_{i-1}) \mid z_{i-1} \quad (4)$$

$$J_{\omega_i} = z_{i-1} \mid 0 \quad (5)$$

Y

$$z_{i-1} = z_{0 \ i-1} = R_{0 \ i-1} \mathbf{k} \quad (6)$$

**Ejercicio 3.** Modificar la Clase **Cinemática** realizada en la Tarea 1. de manera que permita el cálculo de N grados de libertad dentro de la misma instancia, además de guardar en una variable de instancia (*self.A0n*) la matriz de transformación global del manipulador  $A_{0n}$  (es decir, de la base al efector final) en forma simbólica. Para realizarlo utilicen la biblioteca **simpy** o cualquier otro paquete de manejo simbólico.

Agregar además un método de clase **compute\_jacobian()** que calcule el jacobiano del manipulador y lo retorne expresándolo simbólicamente. Para probar el algoritmo realizar un script llamado **scara\_rrrp.py** que imprima en consola la matriz de transformación  $A_{0n}$  y la matriz del jacobiano del Robot Scara RRRP del Ejercicio 1. y 2., mostrar ambos de manera simbólica.

**Instrucciones .** El Ejercicio 3. se subirá Github modificando el repositorio de GitHub hecho para la Tarea 1. Y los Ejercicios 1. y 2. se enviarán por correo una imagen escaneada legible de la solución. La fecha de entrega es el día **viernes 22 de Septiembre del 2017 antes de las 11:59 P.M.**, éste horario también aplica como límite para subir su código a GitHub. La tarea se recibirá con retraso máximo de 3 días pero se evaluará sobre una escala menor a 10.