Pregunta 2

i	α_i	a_i	d_i	θ_i	
1	$\pi/2$	0	d_1	q_1	→ Rev
2	$-\pi/2$	0	q_2	0	→ Pri
3	$\pi/2$	0	d_3	q_3	→ Rev
4	$\pi/2$	0	q_4	0	→ Pri
5	$-\pi/2$	0	d_5	q_5	→ Rev
6	$\pi/2$	0	0	q_6	→ Rev
7	0	0	d_7	q_7	→ Rev

	Articulación prismática	Articulación de revolución
J_{v_i}	$\mathbf{z}_{i-1}$	$\mathbf{z}_{i-1} \times \mathbf{p}_{i-1,n}$
J_{ω_i}	0	$\mathbf{z}_{i-1}$

a)

$$\begin{bmatrix} V \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} r & p & r & p & r & r & r \end{array} \\ \begin{bmatrix} J_{v_1} & J_{v_2} & J_{v_3} & J_{v_4} & J_{v_5} & J_{v_6} & J_{v_7} \\ J_{\omega_1} & J_{\omega_2} & J_{\omega_3} & J_{\omega_4} & J_{\omega_5} & J_{\omega_6} & J_{\omega_7} \end{bmatrix} \end{array} \cdot \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \vdots \\ \dot{q}_7 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_0 \times P_{0,7} & Z_1 & Z_2 \times P_{2,7} & Z_3 & Z_4 \times P_{4,7} & Z_5 \times P_{5,7} & Z_6 \times P_{6,7} \\ Z_0 & 0 & Z_2 & 0 & Z_4 & Z_5 & Z_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \vdots \\ \dot{q}_7 \end{bmatrix}$$

En python, se tiene:

$J =$

```
([[0,  0, 0,  0,  0, 0.103,  0],
  [0, -1, 0, -1,  0,     0,  0],
  [0,  0, 0,  0,  0,     0,  0],
  [0,  0, 0,  0,  0,     0,  0],
  [0,  0, 0,  0,  0,    -1,  0],
  [1,  0, 1,  0, -1,     0, -1]
 ])
```

b) Se elimina la última columna y se halla el rango

$\text{range}(J_s) = 3$

Hay singularidad cinemática, ya que se pierde rango

c) $V = \begin{bmatrix} 0{,}5 \\ 0{,}5 \\ 0{,}3 \end{bmatrix} \quad \omega = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

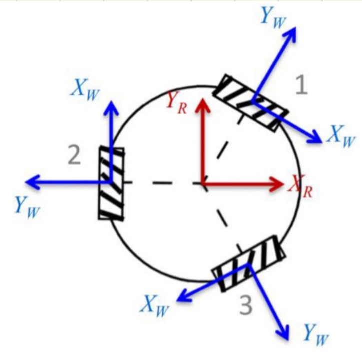
$$\dot{q} = J^{-1} \cdot \begin{bmatrix} V \\ \omega \end{bmatrix}$$

En python: error en la inversa

d) $\tau = J^T \cdot F =$

```
([[0.511258041777122],
  [-1],
  [0.0112580417771217],
  [-1],
  [-0.0112580417771217],
  [0.0917419582228783],
  [0]
```

Pregunta 3



- ✓ 3 ruedas Swedish
  - $r = 0{,}05$ m
  - $d = 0{,}2$ m de la base
  - $\gamma = 0$
- ✓ Vel. de giro: $\dot{\varphi}_1$, $\dot{\varphi}_2$ y $\dot{\varphi}_3$

Solución

a) * Asumiendo que no hay vel. angular

- Se desea:

$$v_x = 0{,}1$$
$$v_y = 0$$
$$\omega = 0$$

Modelo de cinemática inversa extraído de PPT

$$\dot{\varphi}_1 = \frac{1}{r}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}v_x - \frac{1}{2}v_y - l\omega\right)$$
$$\dot{\varphi}_2 = \frac{1}{r}\left(v_y - l\omega\right)$$
$$\dot{\varphi}_3 = -\frac{1}{r}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}v_x + \frac{1}{2}v_y + l\omega\right)$$

Reemplazando

$$\dot{\varphi}_1 = \sqrt{3} = 1{,}7320$$
$$\dot{\varphi}_2 = 0$$
$$\dot{\varphi}_3 = -\sqrt{3} = -1{,}7320$$

b) • Se desea:

- ✓ $V_x = 0$
- ✓ $V_y = 0$
- ✓ $\omega = \frac{-r}{3l} \cdot (\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_3)$

$$\omega = -\frac{1}{12} \cdot (\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_3)$$

• De cinemática inversa, reemplazando

✓ $\dot{\varphi}_1 = \frac{-0{,}2}{0{,}05} \cdot \omega = \frac{1}{3}(\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_3)$

✓ $\dot{\varphi}_2 = -\frac{0{,}2}{0{,}05} \cdot \omega = \frac{1}{3}(\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_3)$

✓ $\dot{\varphi}_3 = \frac{-0{,}2}{0{,}05} \cdot \omega = \frac{1}{3}(\dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 + \dot{\varphi}_3)$

Pregunta 4:

a) Porque el tipo de rueda da restricciones al movimiento del robot. Por otro lado, la configuración del robot depende del sistema de ref. de cada rueda.

b) Se pueden relacionar a través de la sumatoria de energía cinética de traslación y rotación.

$$\underbrace{T}_{\text{E. cinética}} = \frac{1}{2} m \cdot v_c^T \cdot v_c + \frac{1}{2} \cdot \omega^T \cdot \underbrace{I}_{\text{Tensor de inercia}} \cdot \omega$$

c) Al tener el modelo dinámico del robot, se usa la dinámica directa, de tal forma que, al aplicar un torque a cada motor, se hallan las aceleraciones de cada articulación. Estas al integrarlas 2 veces se tienen las posiciones articulares.