



Tecnológico de Monterrey

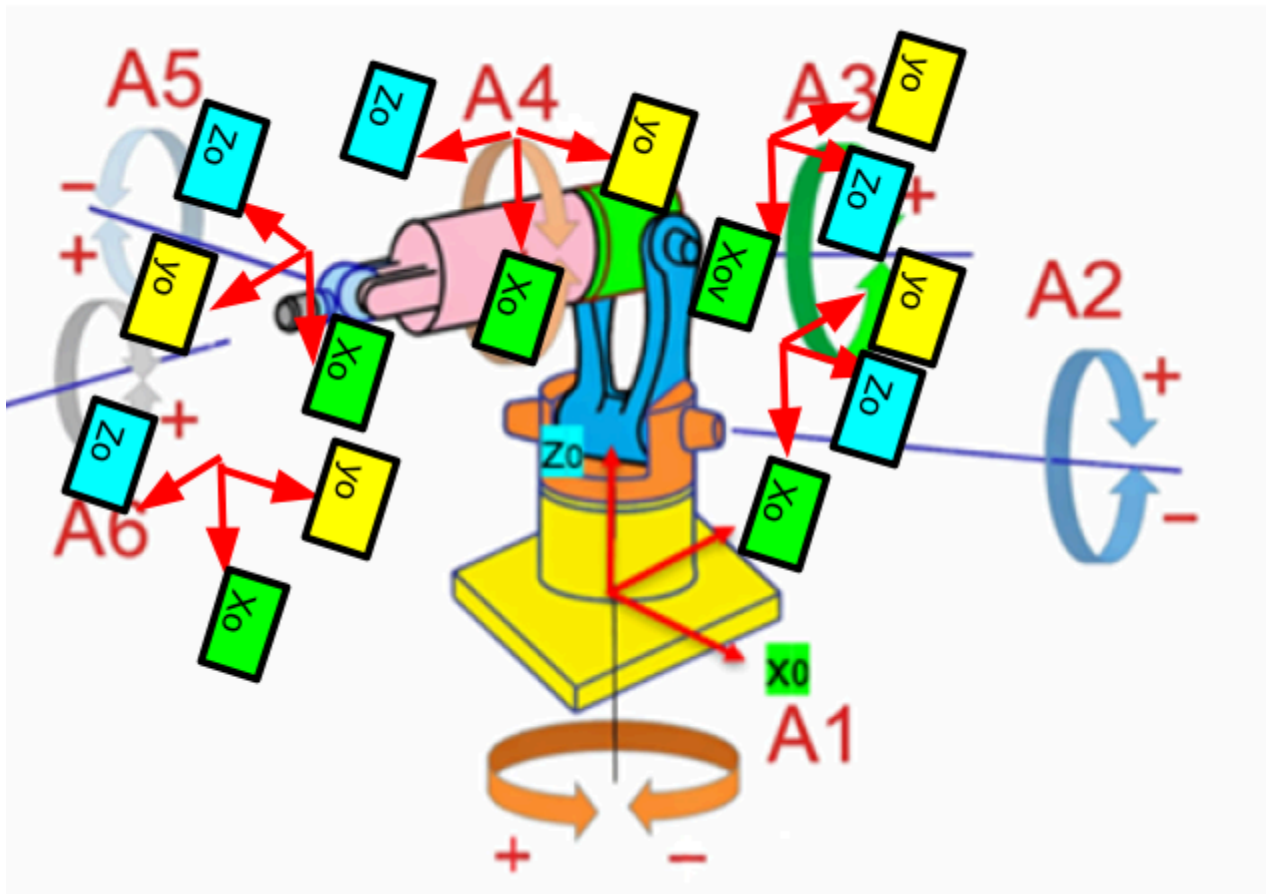
Actividad 2 (Transformaciones Rotacionales)

Ivan Ariel Rebollar León A01737891

22 de Febrero del 2026

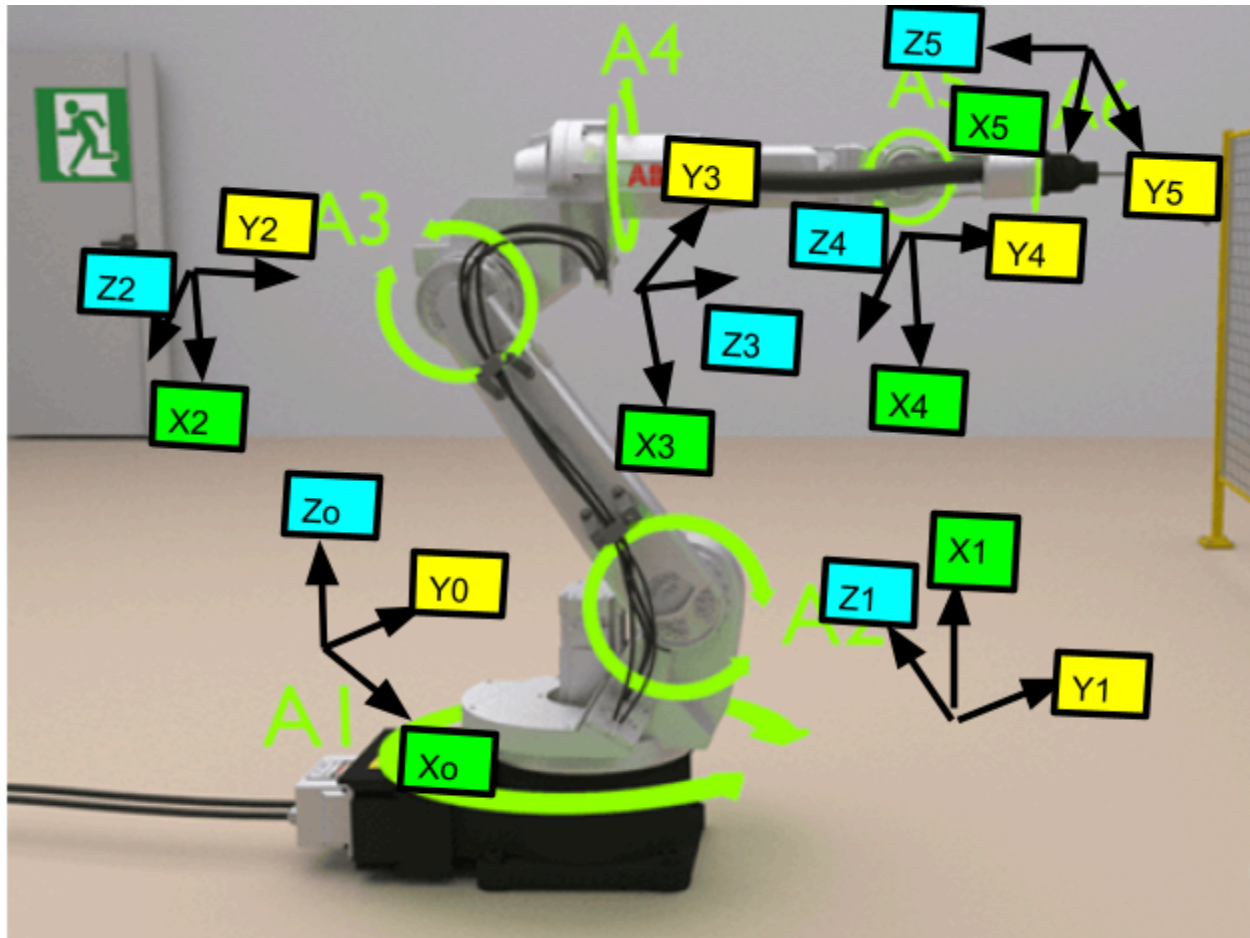
Fundamentación de robótica (Gpo 101)

Alfredo García Suárez



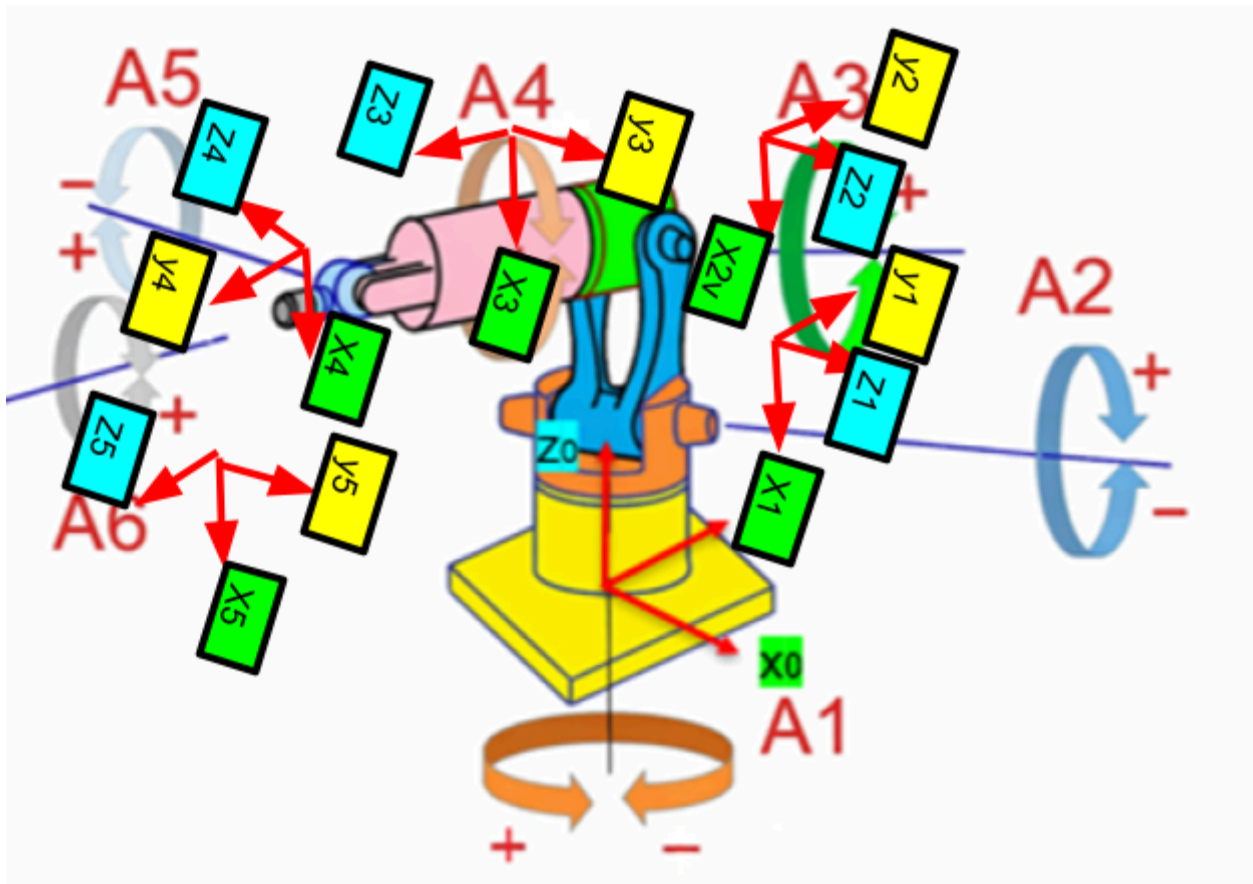
Rotaciones

- A1 a A2 = Rotación en y de 90 grados
- A2 a A3 = No rota
- A3 a A4 = Rotación en x de 90 grados
- A4 a A5 = Rotación en x de 90 grados
- A5 a A6 = Rotación en x de -90 grados



Rotaciones

- A1 a A2 = Rotación en y de -90 grados
- A2 a A3 = Rotación en y de 180 grados
- A3 a A4 = Rotación en x de -90 grados
- A4 a A5 = Rotación en x de 90 grados
- A5 a A6 = Rotación en x de 90 grados



Transformaciones Rotacionales y Traslacionales

- A1 a A2 = Traslación positiva de L1 sobre el eje Z0

Vector de Traslación

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ L1 \end{bmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z0

Matriz de rotación alrededor del eje Y0
Evaluada en +90

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) & 0 \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad X \quad \begin{vmatrix} \cos(90) & 0 & \sin(90) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(90) & 0 & \cos(90) \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) & 0 \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad X \quad \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación de A1 a A2

$$\begin{vmatrix} 0 & -\sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) \\ 0 & \cos(\theta_1) & \sin(\theta_1) \\ -1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

- A2 a A3 =

Vector de Traslación

$$\begin{vmatrix} -L2*\sin(\Theta_2) \\ -L2*\cos(\Theta_2) \\ 0 \end{vmatrix}$$

Translación negativa de $L2 \cdot \cos(\Theta_2)$ sobre el eje Y1''

Translación negativa de $L2 \cdot \sin(\Theta_2)$ sobre el eje X1''

No existe Transformación de Rotación

- A3 a A4 =

Vector de Traslación

$$\begin{vmatrix} -L3 \cdot \sin(\Theta_2) \\ L3 \cdot \cos(\Theta_2) \\ 0 \end{vmatrix}$$

Translación positiva de $L3 \cdot \cos(\Theta_2)$ sobre el eje Y2''

Translación negativa de $L3 \cdot \sin(\Theta_2)$ sobre el eje X2''

Matriz de rotación alrededor del eje Z2

Matriz de rotación alrededor del eje X2

Evaluada en +90

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_3) & -\sin(\theta_3) & 0 \\ \sin(\theta_3) & \cos(\theta_3) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

X

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(90) & -\sin(90) \\ 0 & \sin(90) & \cos(90) \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_3) & -\sin(\theta_3) & 0 \\ \sin(\theta_3) & \cos(\theta_3) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

X

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación de A3 a A4

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_4) & 0 & \sin(\theta_4) \\ \sin(\theta_4) & 0 & -\cos(\theta_4) \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

- A4 a A5 = Translación negativo de L4 sobre el eje Z3

Vector de Traslación

$$\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -L4 \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z3

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) & 0 \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

X

Matriz de rotación alrededor del eje X3

Evaluada en +90

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(90) & -\sin(90) \\ 0 & \sin(90) & \cos(90) \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) & 0 \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

X

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación de A4 a A5

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_4) & 0 & \sin(\theta_4) \\ \sin(\theta_4) & 0 & -\cos(\theta_4) \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

- A5 a A6 =

Vector de Traslación

$$\begin{vmatrix} -L5*\sin(\Theta_5) \\ -L5*\cos(\Theta_5) \\ 0 \end{vmatrix}$$

Traslación negativo de $L5*\cos(\Theta_5)$ sobre el eje Y4''

Traslación negativa de $L5*\sin(\Theta_5)$ sobre el eje X4''

Matriz de rotación alrededor del eje Z4

Matriz de rotación alrededor del eje X4

Evaluada en -90

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_5) & -\sin(\theta_5) & 0 \\ \sin(\theta_5) & \cos(\theta_5) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

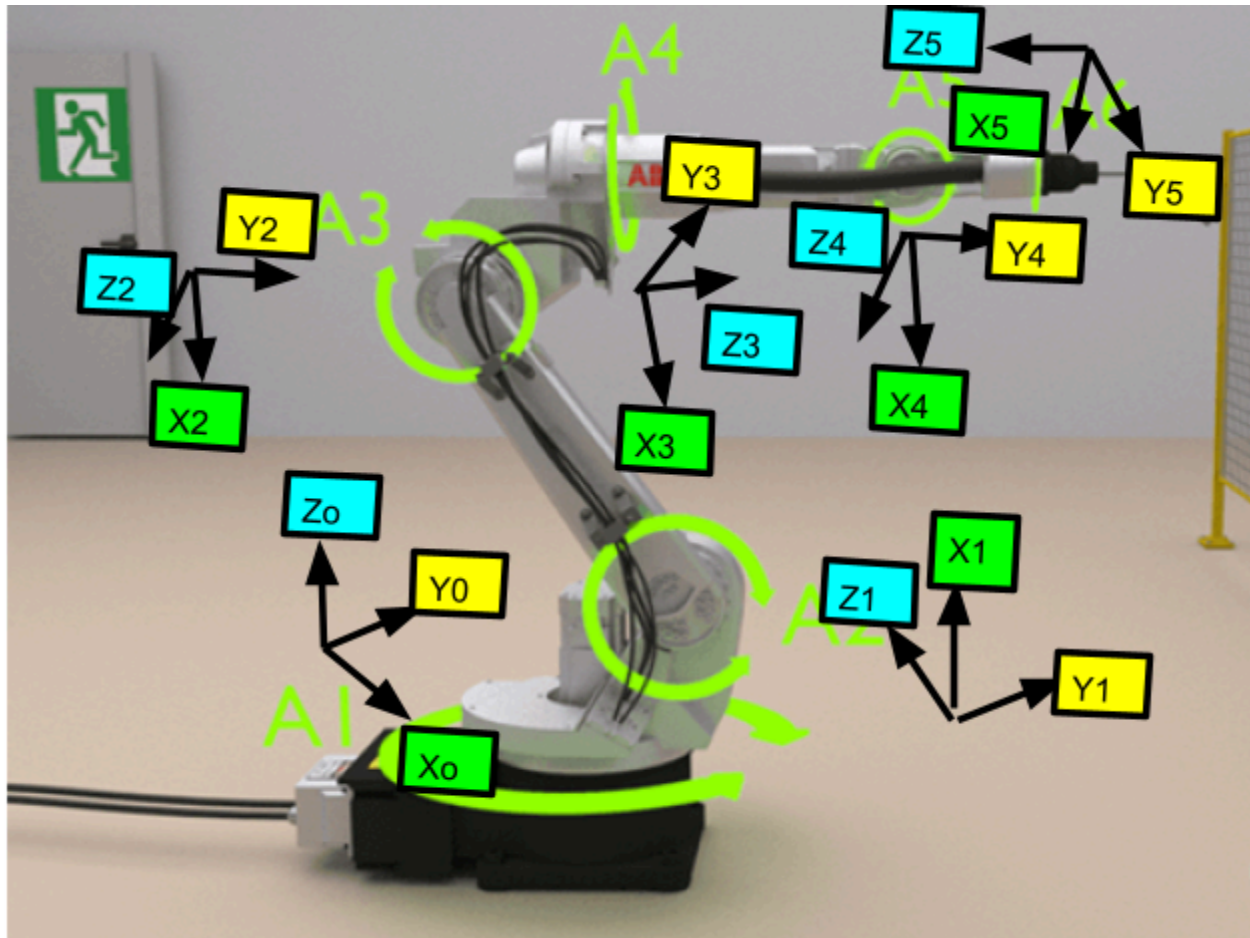
X

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-90) & -\sin(-90) \\ 0 & \sin(-90) & \cos(-90) \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_5) & -\sin(\theta_5) & 0 \\ \sin(\theta_5) & \cos(\theta_5) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad X \quad \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación de A5 a A6

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_5) & 0 & -\sin(\theta_5) \\ \sin(\theta_5) & 0 & \cos(\theta_5) \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix}$$



Transformaciones Rotacionales y Traslacionales

- A1 a A2 = Traslación positiva de L1 sobre el eje Z0

Vector de Traslación

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ L1 \end{bmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z0

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) & 0 \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

X

Matriz de rotación alrededor del eje Y0

Evaluada en -90

$$\begin{vmatrix} \cos(-90) & 0 & \sin(-90) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(-90) & 0 & \cos(-90) \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación de A1 a A2

$$\begin{vmatrix} 0 & -\sin(\theta_1) & -\cos(\theta_1) \\ 0 & \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

- A2 a A3 =

Vector de Traslación

$$\begin{vmatrix} -L2*\sin(\theta_2) \\ L2*\cos(\theta_2) \\ 0 \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z1

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 \\ \sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

X

Matriz de rotación alrededor del eje Y1

Evaluada en -90

$$\begin{vmatrix} \cos(-180) & 0 & \sin(-180) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(-180) & 0 & \cos(-180) \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación de A2 a A3

$$\begin{vmatrix} -\cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 \\ -\sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}$$

- A3 a A4 =

Vector de Traslación

$$\begin{vmatrix} -L3*\sin(\Theta_3) \\ L3*\cos(\Theta_3) \\ 0 \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z2

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_3) & -\sin(\theta_3) & 0 \\ \sin(\theta_3) & \cos(\theta_3) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

X

Matriz de rotación alrededor del eje X2

Evaluada en -90

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-90) & -\sin(-90) \\ 0 & \sin(-90) & \cos(-90) \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación de A2 a A3

$$\begin{vmatrix} -\cos(\theta_3) & 0 & -\sin(\theta_3) \\ \sin(\theta_3) & 0 & -\cos(\theta_3) \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix}$$

- A4 a A5 =

Vector de Traslación

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ L4 \end{bmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z3

Matriz de rotación alrededor del eje X3

Evaluada en 90

$$\begin{bmatrix} \cos(\theta_4) & -\sin(\theta_4) & 0 \\ \sin(\theta_4) & \cos(\theta_4) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

X

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(90) & -\sin(90) \\ 0 & \sin(90) & \cos(90) \end{bmatrix}$$

Matriz de rotación de A4 a A5

$$\begin{bmatrix} -\cos(\theta_4) & 0 & \sin(\theta_4) \\ \sin(\theta_4) & 0 & -\cos(\theta_4) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- A5 a A6 =

Vector de Traslación

$$\begin{bmatrix} -L5*\sin(\Theta_4) \\ L5*\cos(\Theta_4) \\ 0 \end{bmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z4

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_5) & -\sin(\theta_5) & 0 \\ \sin(\theta_5) & \cos(\theta_5) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

X

Matriz de rotación alrededor del eje X4

Evaluada en 90

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(90) & -\sin(90) \\ 0 & \sin(90) & \cos(90) \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación de A4 a A5

$$\begin{vmatrix} -\cos(\theta_5) & 0 & \sin(\theta_5) \\ \sin(\theta_5) & 0 & -\cos(\theta_5) \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

RESULTADOS: ROBOT ANTROPOMÓRFICO (6 GDL)

```
Matriz de Transformación local A1
/  0, -sin(th1(t)), cos(th1(t)),  0  \
|  0,  cos(th1(t)), sin(th1(t)),  0  |
| -1,      0,      0,      l1  |
\  0,      0,      0,      1  /

Matriz de Transformación global T1
/  0, -sin(th1(t)), cos(th1(t)),  0  \
|  0,  cos(th1(t)), sin(th1(t)),  0  |
| -1,      0,      0,      l1  |
\  0,      0,      0,      1  /
```

Matriz de Transformación local A2

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -l2 \sin(\theta_2(t)) \\ 0 & 1 & 0 & -l2 \cos(\theta_2(t)) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matriz de Transformación global T2

$$\begin{pmatrix} 0 & -\sin(\theta_1(t)) & \cos(\theta_1(t)) & l2 \cos(\theta_2(t)) \sin(\theta_1(t)) \\ 0 & \cos(\theta_1(t)) & \sin(\theta_1(t)) & -l2 \cos(\theta_1(t)) \cos(\theta_2(t)) \\ -1 & 0 & 0 & l1 + l2 \sin(\theta_2(t)) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matriz de Transformación local A3

$$\begin{pmatrix} \cos(\theta_3(t)) & 0 & \sin(\theta_3(t)) & -l3 \sin(\theta_3(t)) \\ \sin(\theta_3(t)) & 0 & -\cos(\theta_3(t)) & l3 \cos(\theta_3(t)) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matriz de Transformación global T3

$$\begin{pmatrix} -\sin(\theta_1(t)) \sin(\theta_3(t)) & \cos(\theta_1(t)) \cos(\theta_3(t)) \sin(\theta_1(t)) & \sin(\theta_1(t)) \#1 \\ \cos(\theta_1(t)) \sin(\theta_3(t)) & \sin(\theta_1(t)) -\cos(\theta_1(t)) \cos(\theta_3(t)) & -\cos(\theta_1(t)) \#1 \\ -\cos(\theta_3(t)) & 0 & -\sin(\theta_3(t)) & l1 + l2 \sin(\theta_2(t)) + l3 \sin(\theta_3(t)) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matriz de Transformación local A4

$$\begin{pmatrix} \cos(\theta_4(t)) & 0 & \sin(\theta_4(t)) & 0 \\ \sin(\theta_4(t)) & 0 & -\cos(\theta_4(t)) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -l4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matriz de Transformación local A5

$$\begin{pmatrix} \cos(\theta_5(t)) & 0 & -\sin(\theta_5(t)) & -l5 \sin(\theta_5(t)) \\ \sin(\theta_5(t)) & 0 & \cos(\theta_5(t)) & -l5 \cos(\theta_5(t)) \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

RESULTADOS: ROBOT INDUSTRIAL (6 GDL)

[illegible]

```
Matriz de Transformación local A2
/ -cos(th2(t)), -sin(th2(t)), 0, -l2 sin(th2(t)) \
|
| -sin(th2(t)), cos(th2(t)), 0, l2 cos(th2(t)) |
|
| 0, 0, -1, 0 |
|
\ 0, 0, 0, 1 /

Matriz de Transformación global T2
/ sin(th1(t)) sin(th2(t)), -cos(th2(t)) sin(th1(t)), cos(th1(t)), -l2 cos(th2(t)) sin(th1(t)) \
|
| -cos(th1(t)) sin(th2(t)), cos(th1(t)) cos(th2(t)), sin(th1(t)), l2 cos(th1(t)) cos(th2(t)) |
|
| -cos(th2(t)), -sin(th2(t)), 0, 11 - l2 sin(th2(t)) |
|
\ 0, 0, 0, 1 /
```


Matriz de Transformación local A3

$$\begin{pmatrix} -\cos(\theta_3(t)) & 0 & -\sin(\theta_3(t)) & -l_3 \sin(\theta_3(t)) \\ \sin(\theta_3(t)) & 0 & -\cos(\theta_3(t)) & l_3 \cos(\theta_3(t)) \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matriz de Transformación global T3

$$\begin{pmatrix} -\sin(\theta_1(t)) \sin(\theta_1) & -\cos(\theta_1(t)) \sin(\theta_1) & \sin(\theta_1(t)) \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1(t)) \theta_2 \\ \cos(\theta_1(t)) \sin(\theta_1) & -\sin(\theta_1(t)) \sin(\theta_1) & -\cos(\theta_1(t)) \cos(\theta_1) & \cos(\theta_1(t)) \theta_2 \\ \cos(\theta_1) & 0 & \sin(\theta_1) & l_1 - l_2 \sin(\theta_2(t)) - l_3 \sin(\theta_3) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matriz de Transformación local A4

$$\begin{pmatrix} -\cos(\theta_4(t)) & 0 & \sin(\theta_4(t)) & 0 \\ \sin(\theta_4(t)) & 0 & -\cos(\theta_4(t)) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Matriz de Transformación local A5

$$\begin{pmatrix} -\cos(\theta_5(t)) & 0 & \sin(\theta_5(t)) & -l_5 \sin(\theta_5(t)) \\ \sin(\theta_5(t)) & 0 & -\cos(\theta_5(t)) & l_5 \cos(\theta_5(t)) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$