



**Tecnológico  
de Monterrey**

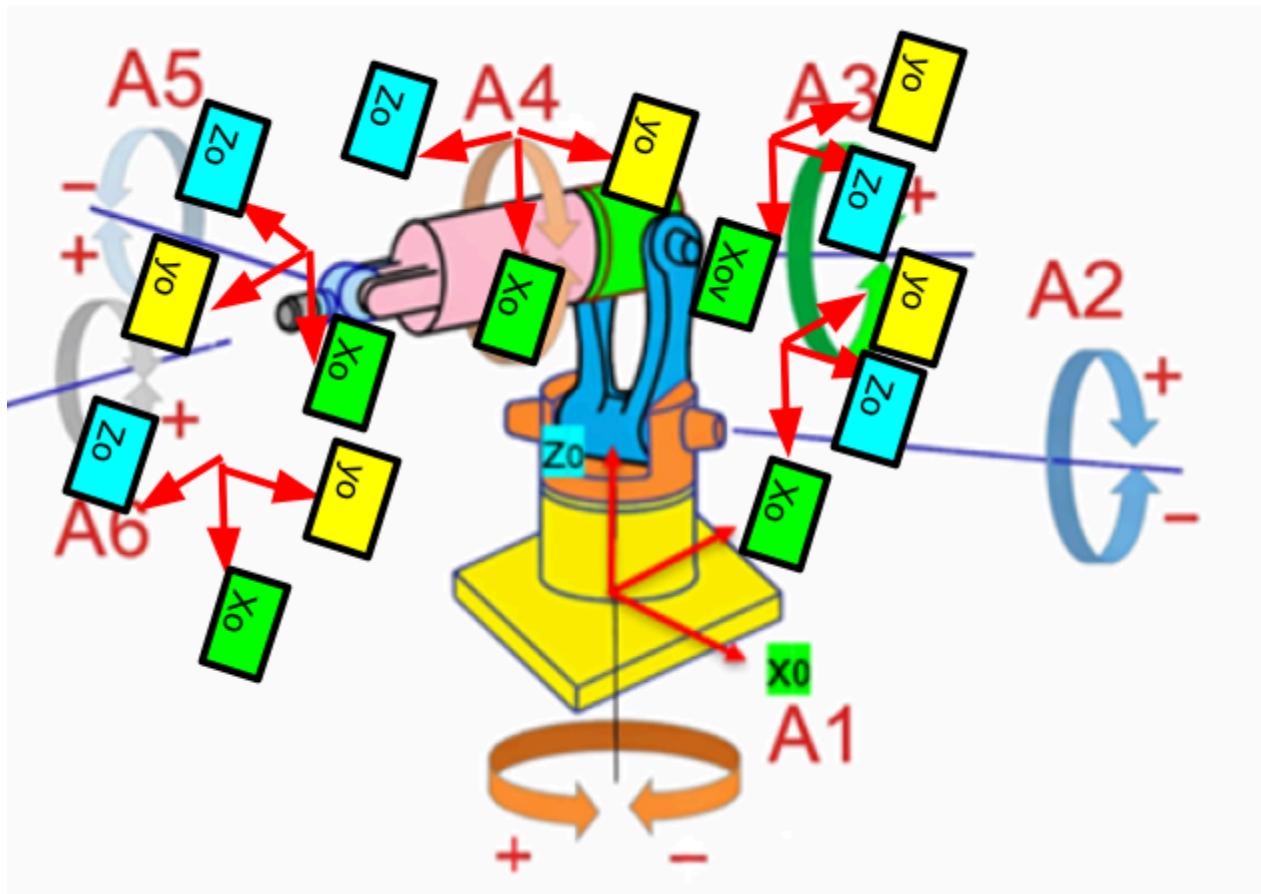
**Actividad 2 (Transformaciones Rotacionales)**

Ivan Ariel Rebollar León A01737891

22 de Febrero del 2026

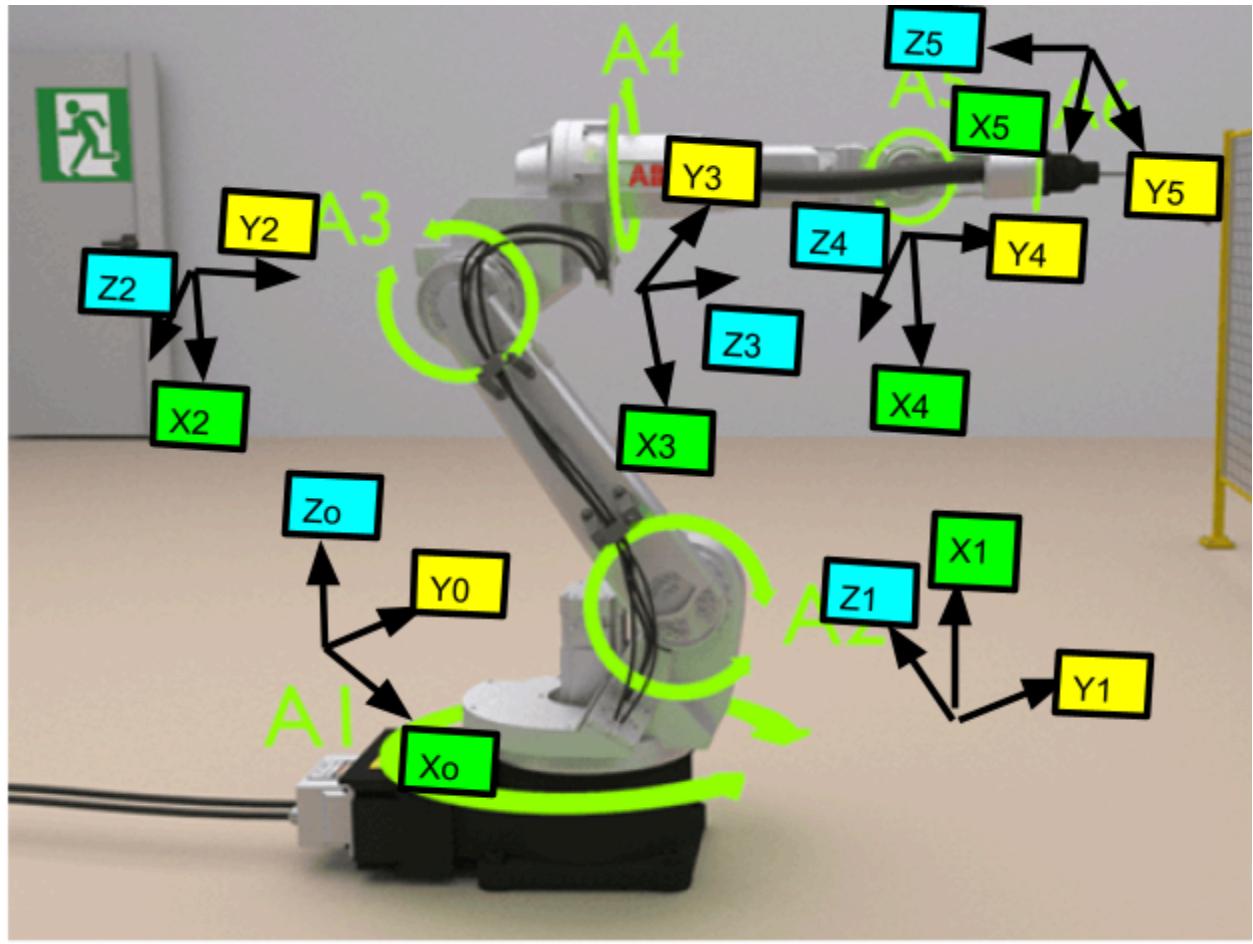
Fundamentación de robótica (Gpo 101)

Alfredo García Suárez



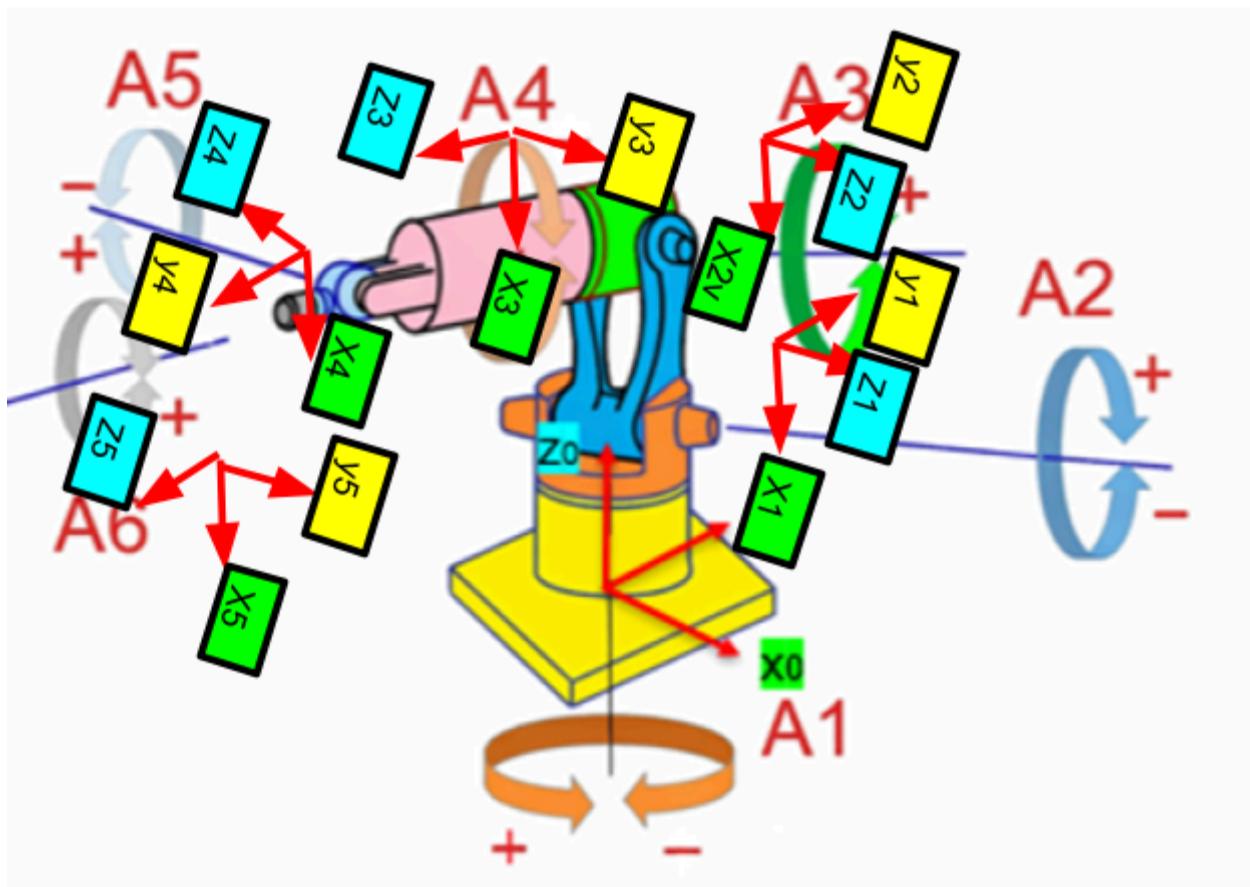
### Rotaciones

- 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 = Translación positiva de L1 sobre el eje Z0  
Vector de Traslación

$$\begin{vmatrix} & 0 \\ & 0 \\ L1 & \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z0

Matriz de rotación alrededor del eje Y0

Evaluada en +90

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

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

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  $L2 * \cos(\Theta_2)$  sobre el eje Y1”

Translación negativa de  $L2 * \sin(\Theta_2)$  sobre el eje X1”

No existe Transformación de Rotación

- A3 a A4 =

Vector de Traslación

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

Translación positiva de  $L3 * \cos(\Theta_2)$  sobre el eje Y2”

Translación negativa de  $L3 * \sin(\Theta_2)$  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

Matriz de rotación alrededor del eje X3

Evaluada en +90

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

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

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

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

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

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

Translación negativo de  $L5 * \cos(\Theta_5)$  sobre el eje Y4”

Translación 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

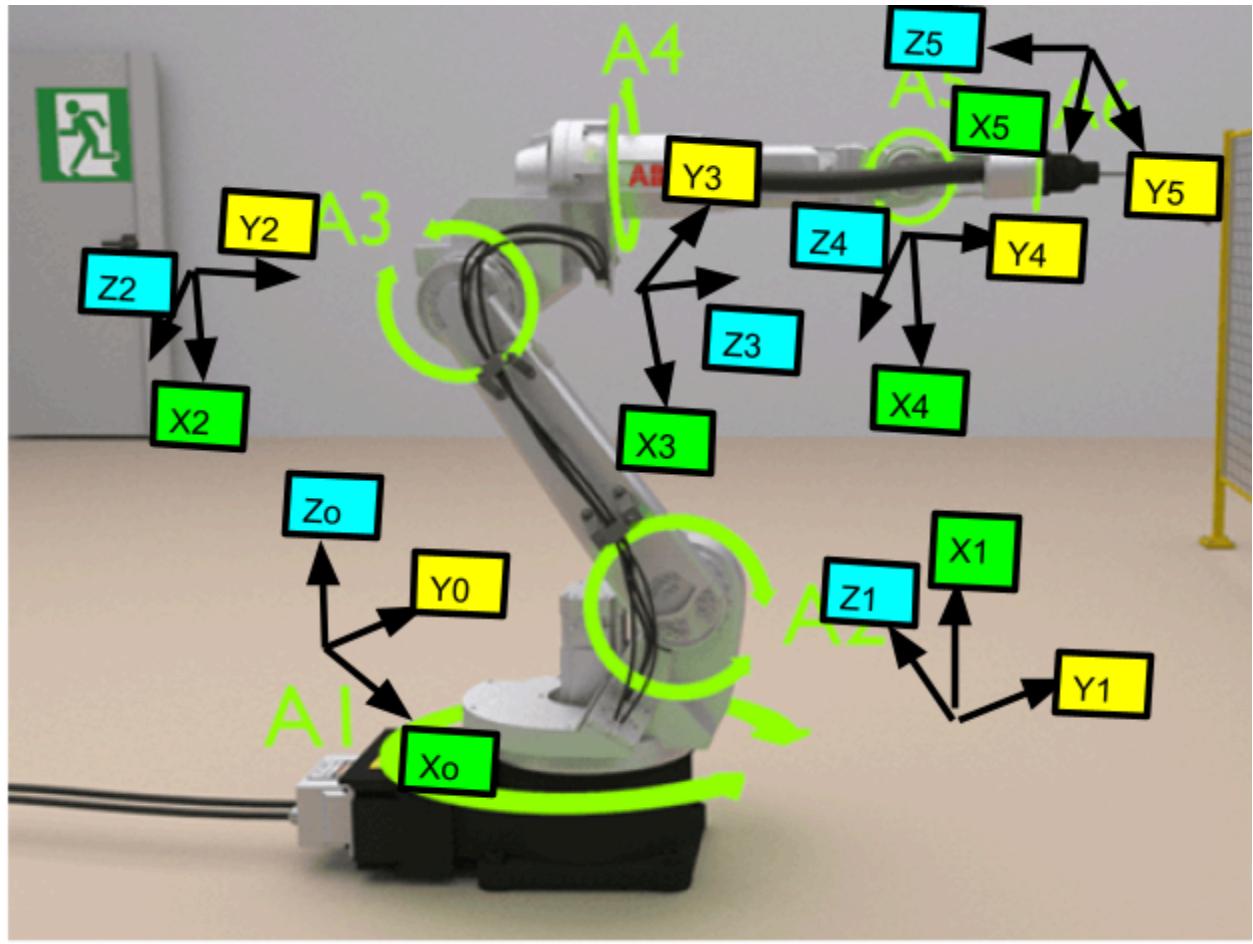
$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_5) & -\sin(\theta_5) & 0 \\ \sin(\theta_5) & \cos(\theta_5) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad X$$

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

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

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 = Translación positiva de L1 sobre el eje Z0  
Vector de Traslación

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

Matriz de rotación alrededor del eje Z0

Matriz de rotación alrededor del eje Y0  
Evaluada en -90

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

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

Matriz de rotación alrededor del eje Y1  
Evaluada en -90

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 \\ \sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \cos(-180) & 0 & \sin(-180) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(-180) & 0 & \cos(-180) \end{vmatrix}$$

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

$$\begin{vmatrix} -L_3 * \sin(\Theta_3) \\ L_3 * \cos(\Theta_3) \\ 0 \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje Z2

Matriz de rotación alrededor del eje X2

Evaluada en -90

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

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

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

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

Matriz de rotación alrededor del eje Z3

Matriz de rotación alrededor del eje X3

Evaluada en 90

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

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

Matriz de rotación de A4 a A5

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

- A5 a A6 =

Vector de Traslación

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

Matriz de rotación alrededor del eje Z4

$$\begin{vmatrix} \cos(\theta_5) & -\sin(\theta_5) & 0 \\ \sin(\theta_5) & \cos(\theta_5) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad X \quad \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(90) & -\sin(90) \\ 0 & \sin(90) & \cos(90) \end{vmatrix}$$

Matriz de rotación alrededor del eje X4

Evaluada en 90

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
/ 1, 0, 0, -l2 sin(th2(t)) \
| 0, 1, 0, -l2 cos(th2(t)) |
| 0, 0, 1,      0           |
\ 0, 0, 0,      1           /

```

```

Matriz de Transformación global T2
/ 0, -sin(th1(t)), cos(th1(t)), l2 cos(th2(t)) sin(th1(t)) \
| 0,  cos(th1(t)), sin(th1(t)), -l2 cos(th1(t)) cos(th2(t)) |
| -1,      0,          0,          l1 + l2 sin(th2(t))       |
\ 0,      0,          0,          1           /

```

```

Matriz de Transformación local A3
/ cos(th3(t)), 0,  sin(th3(t)), -l3 sin(th3(t)) \
| sin(th3(t)), 0, -cos(th3(t)),  l3 cos(th3(t)) |
| 0,      1,      0,      0           |
\ 0,      0,      0,      1           /

```

```

Matriz de Transformación global T3
/ -sin(th1(t)) sin(th3(t)),  cos(th1(t)),   cos(th3(t)) sin(th1(t)),      sin(th1(t)) #1 \
|  cos(th1(t)) sin(th3(t)),  sin(th1(t)), -cos(th1(t)) cos(th3(t)),      -cos(th1(t)) #1 |
| -cos(th3(t)),      0,      -sin(th3(t)),      l1 + l2 sin(th2(t)) + l3 sin(th3(t)) |
\ 0,      0,      0,      1           /

```

```

Matriz de Transformación local A4
/ cos(th4(t)), 0,  sin(th4(t)),  0   \
| sin(th4(t)), 0, -cos(th4(t)),  0   |
| 0,      1,      0,      -l4   |
\ 0,      0,      0,      1   /

```

```

Matriz de Transformación local A5
/ cos(th5(t)), 0, -sin(th5(t)), -l5 sin(th5(t)) \
| sin(th5(t)), 0,  cos(th5(t)), -l5 cos(th5(t)) |
| 0,      -1,      0,      0   |
\ 0,      0,      0,      1   /

```

## RESULTADOS: ROBOT INDUSTRIAL (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
/ -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,       l1 - l2 sin(th2(t)) |
\ 0,                  0,           0,       1     /
```

```

Matriz de Transformación local A3
/ -cos(th3(t)),  0, -sin(th3(t)), -l3 sin(th3(t)) \
|   sin(th3(t)),  0, -cos(th3(t)),  l3 cos(th3(t)) |
|   0,          -1,          0,          0           |
|   0,          0,          0,          1           /
\

Matriz de Transformación global T3
/ -sin(th1(t)) sin(#1), -cos(th1(t)),  sin(th1(t)) cos(#1),      -sin(th1(t)) #2 \
|   cos(th1(t)) sin(#1), -sin(th1(t)), -cos(th1(t)) cos(#1),      cos(th1(t)) #2
|   cos(#1),           0,           sin(#1),      l1 - l2 sin(th2(t)) - l3 sin(#3) |
|   0,           0,           0,           1           /
\
```

#### Matriz de Transformación local A4

```

/ -cos(th4(t)),  0,  sin(th4(t)),  0 \
|   sin(th4(t)),  0, -cos(th4(t)),  0 |
|   0,          1,          0,          l4 |
|   0,          0,          0,          1 /
\
```

#### Matriz de Transformación local A5

```

/ -cos(th5(t)),  0,  sin(th5(t)), -l5 sin(th5(t)) \
|   sin(th5(t)),  0, -cos(th5(t)),  l5 cos(th5(t)) |
|   0,          1,          0,          0           |
|   0,          0,          0,          1           /
\
```