

# CINEMATICA

## MATLAB

Oscar Ortiz Torres | A01769292

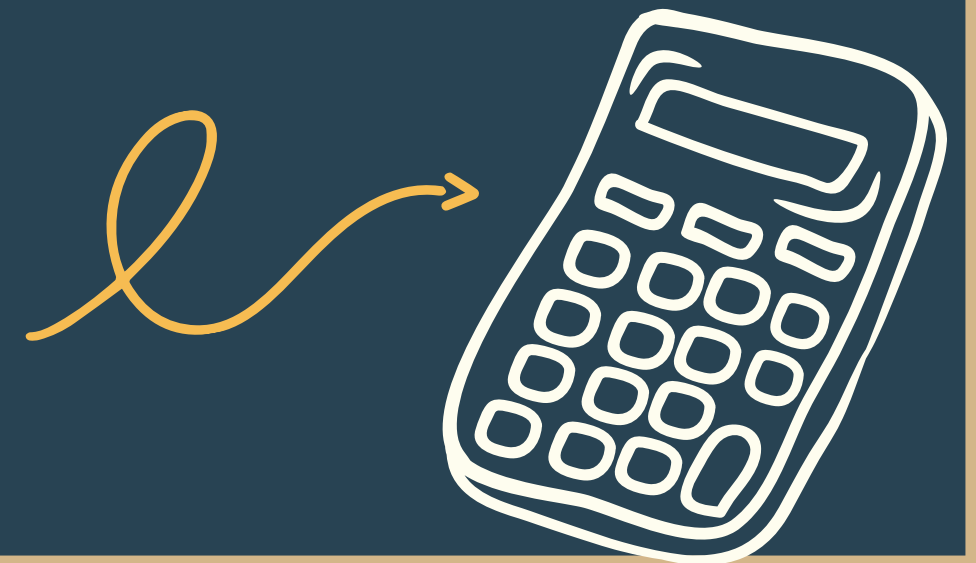
Ana Itzel Hernández García | A01737526

Yonathan Romero Amador | A01737244

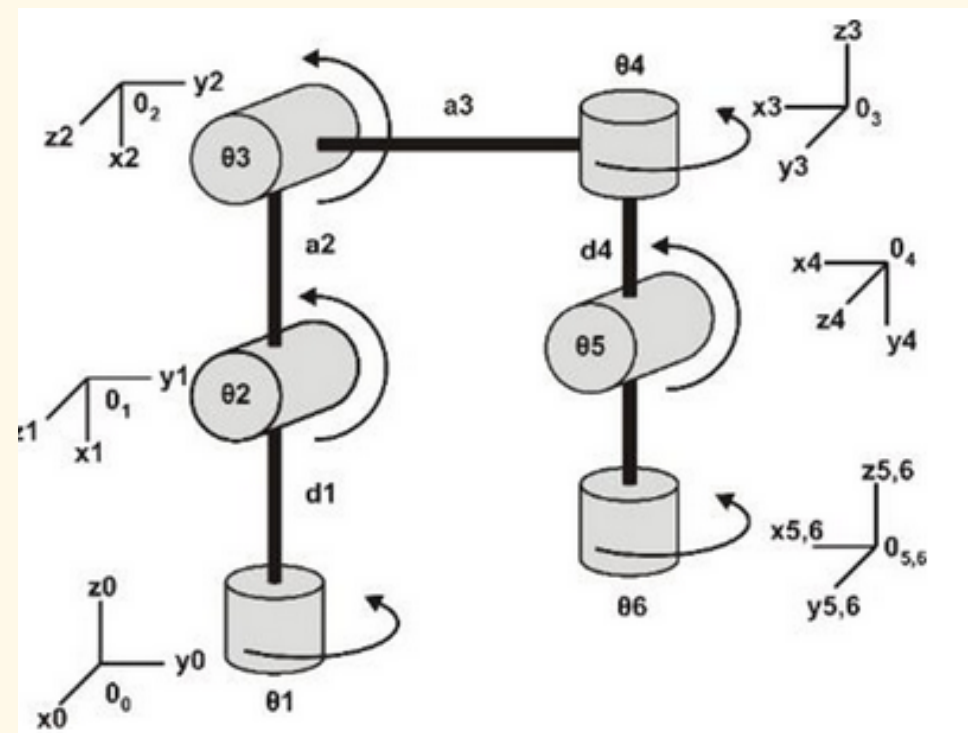


**SIN**

**COS**



# ANALISIS DE TRANSFORMACIONES



Sistema  
de Interaccion

Robot  
Cartesiano

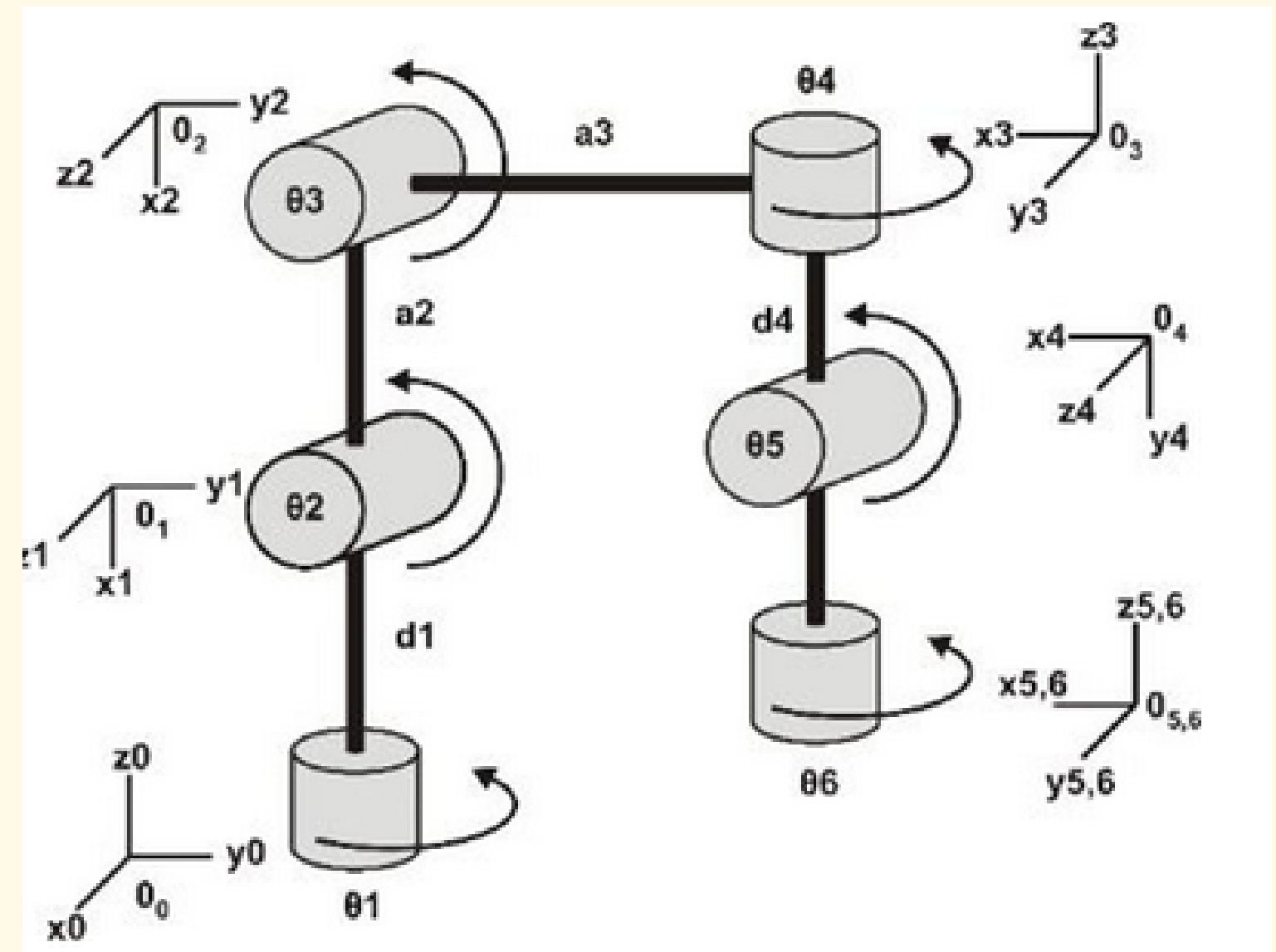


# SISTEMA DE INTERACCION

I

## DEFINIMOS TRANSFORMACIONES

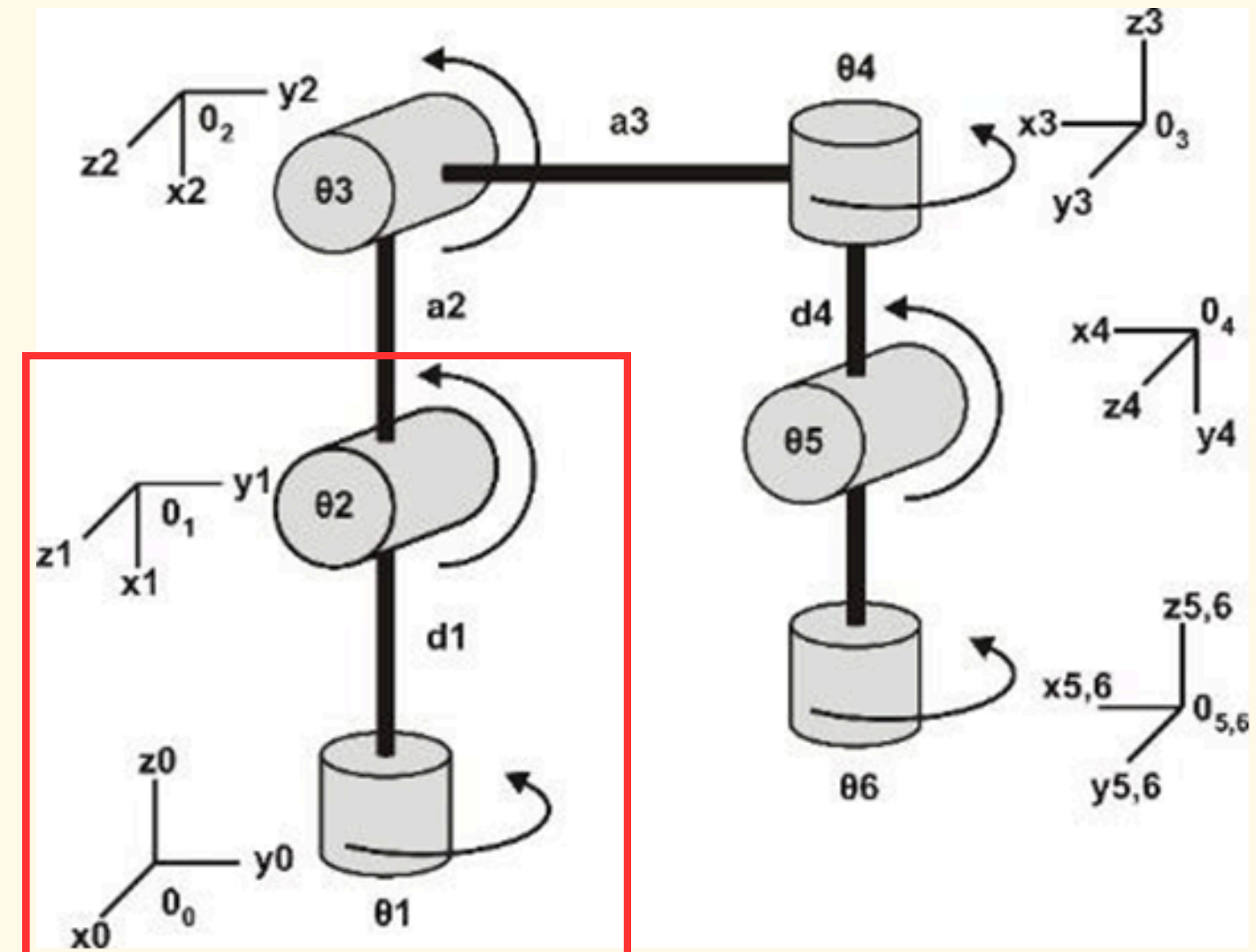
- 1- Rotación en Y +90
- 2- Sin rotación
- 3- Rotación en Y -90 y en Z -90
- 4- Rotación en X -90
- 5- Rotación en X +90
- 6- Sin rotación



# SISTEMA DE INTERACCION

## Articulación 1

```
21 % Posición de la articulación 1 a 2
22 P(:, :, 1) = [
23             0;
24             0;
25             d1
26             ];
27 % Matriz de rotación de la junta 1 a 2
28 R(:, :, 1) = [
29             cos(th1)  -sin(th1)  0;
30             sin(th1)   cos(th1)  0;
31             0          0         1
32             ]*rotY(90);
```



# SISTEMA DE INTERACCION

## Articulación 2

```
% Posición de la articulación 2 a 3
```

```
P(:, :, 2) = [
```

```
    a2*cos(th2);
```

```
    a2*sin(th2);
```

```
    0
```

```
];
```

```
% Matriz de rotación 2 a 3
```

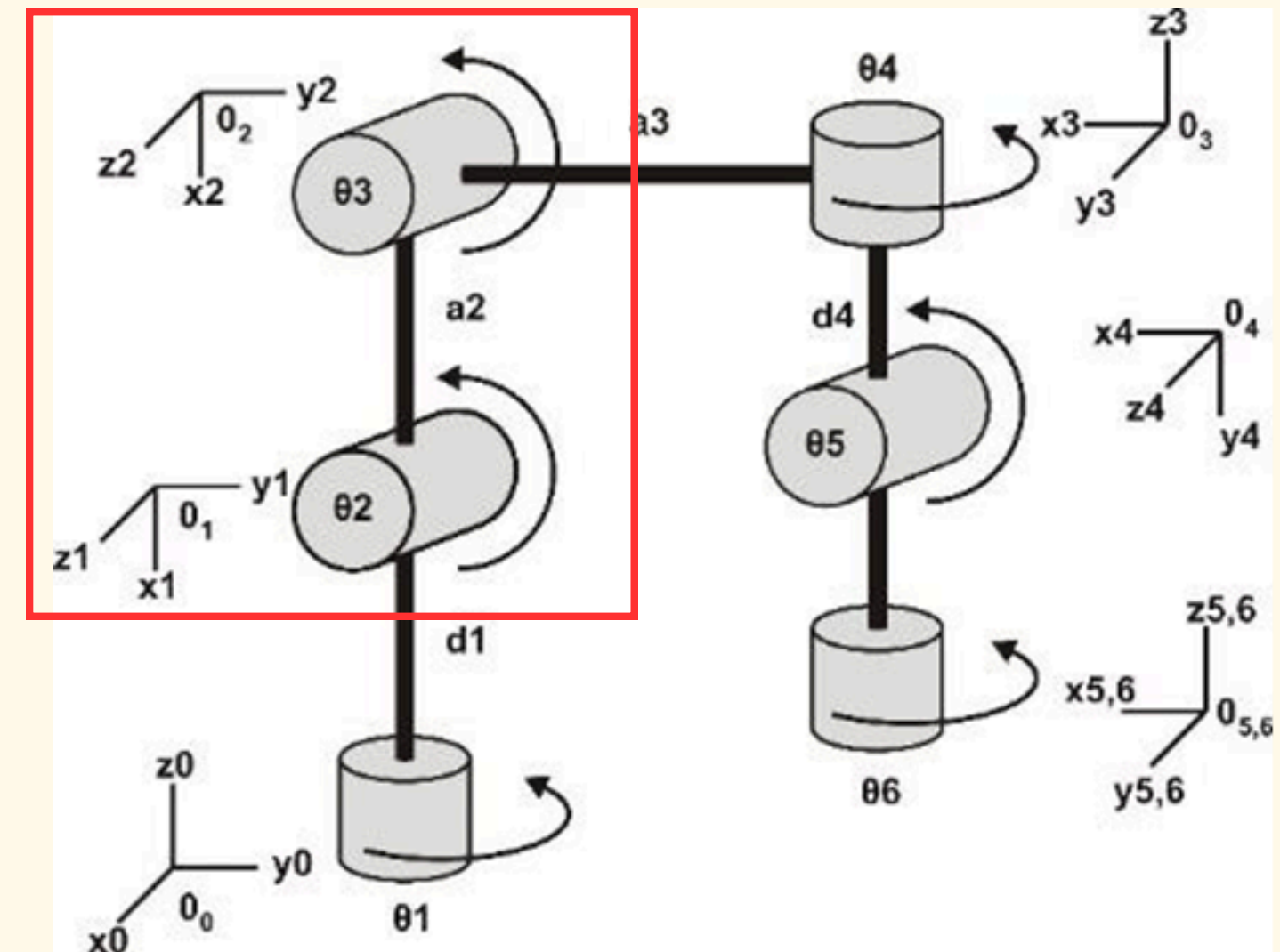
```
R(:, :, 2) = [
```

```
    cos(th2)  -sin(th2)  0;
```

```
    sin(th2)   cos(th2)  0;
```

```
    0           0        1
```

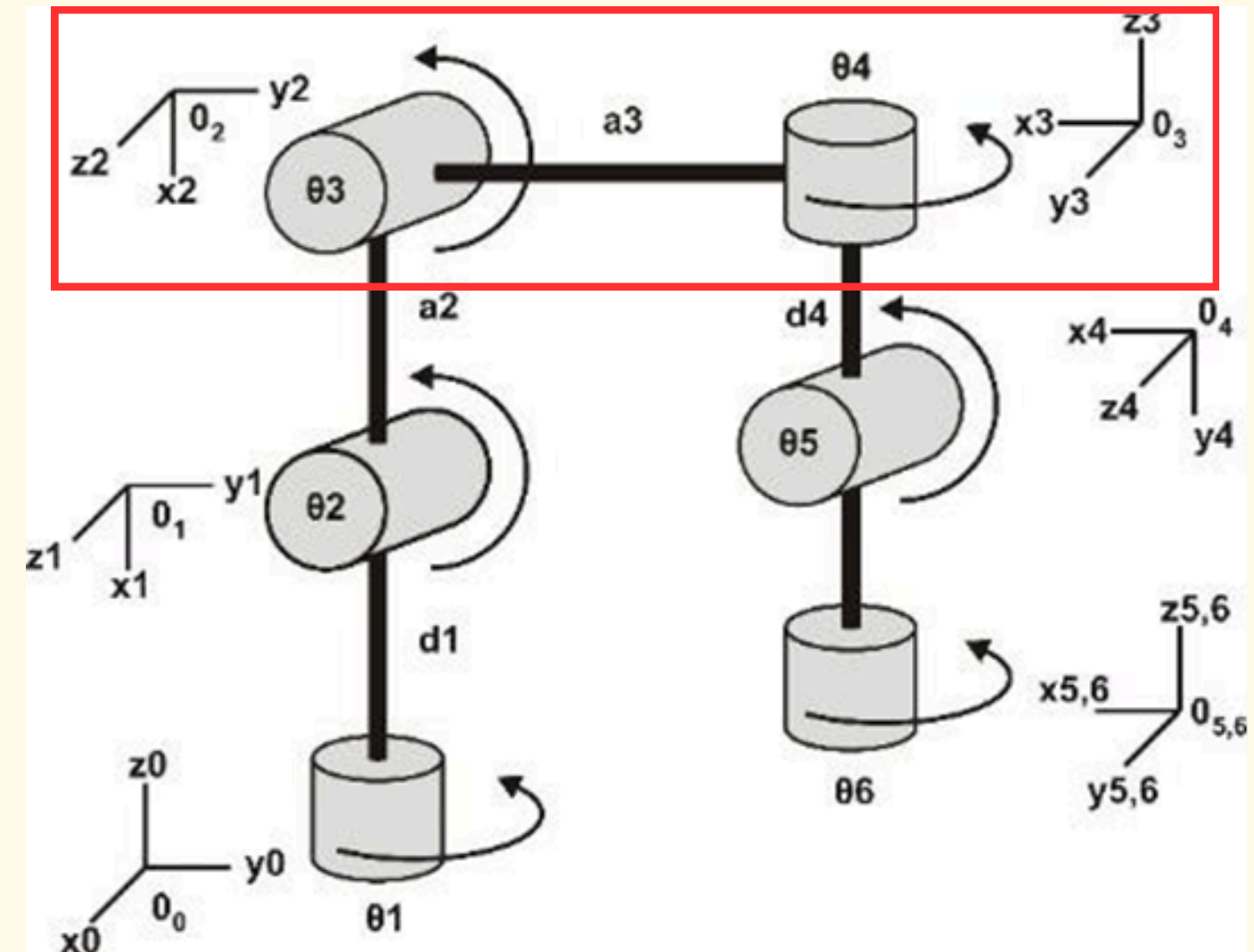
```
];
```



# SISTEMA DE INTERACCION

## Articulación 3

```
45 % Posición de la articulación 3 a 4
46 P(:, :, 3) = [
47     a3*cos(th3);
48     a3*sin(th3);
49     0
50 ];
51
52 % Matriz de rotación de la junta 3 a 4
53 R(:, :, 3) = [
54     cos(th3)  -sin(th3)  0;
55     sin(th3)   cos(th3)  0;
56     0          0        1
57 ]*rotY(-90)*rotZ(-90);
```



# SISTEMA DE INTERACCION

## Articulación 4

```
% Posición de la articulación 4 a 5
```

```
P(:, :, 4) = [
```

```
    0;
```

```
    0;
```

```
   -d4
```

```
];
```

```
% Matriz de rotación de la junta 4 a 5
```

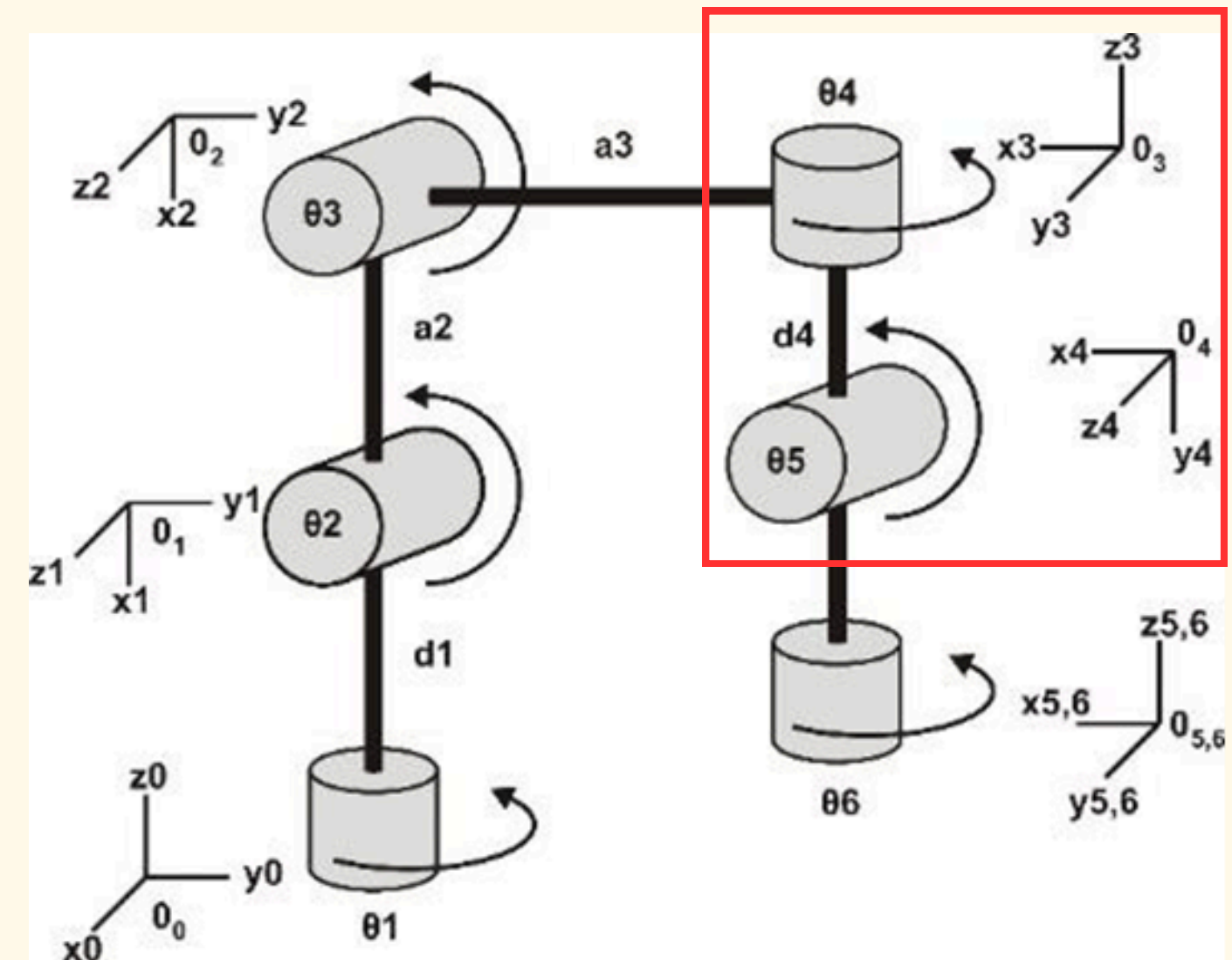
```
R(:, :, 4) = [
```

```
    cos(th4)   -sin(th4)    0;
```

```
    sin(th4)    cos(th4)    0;
```

```
        0         0         1
```

```
] * rotX(-90);
```

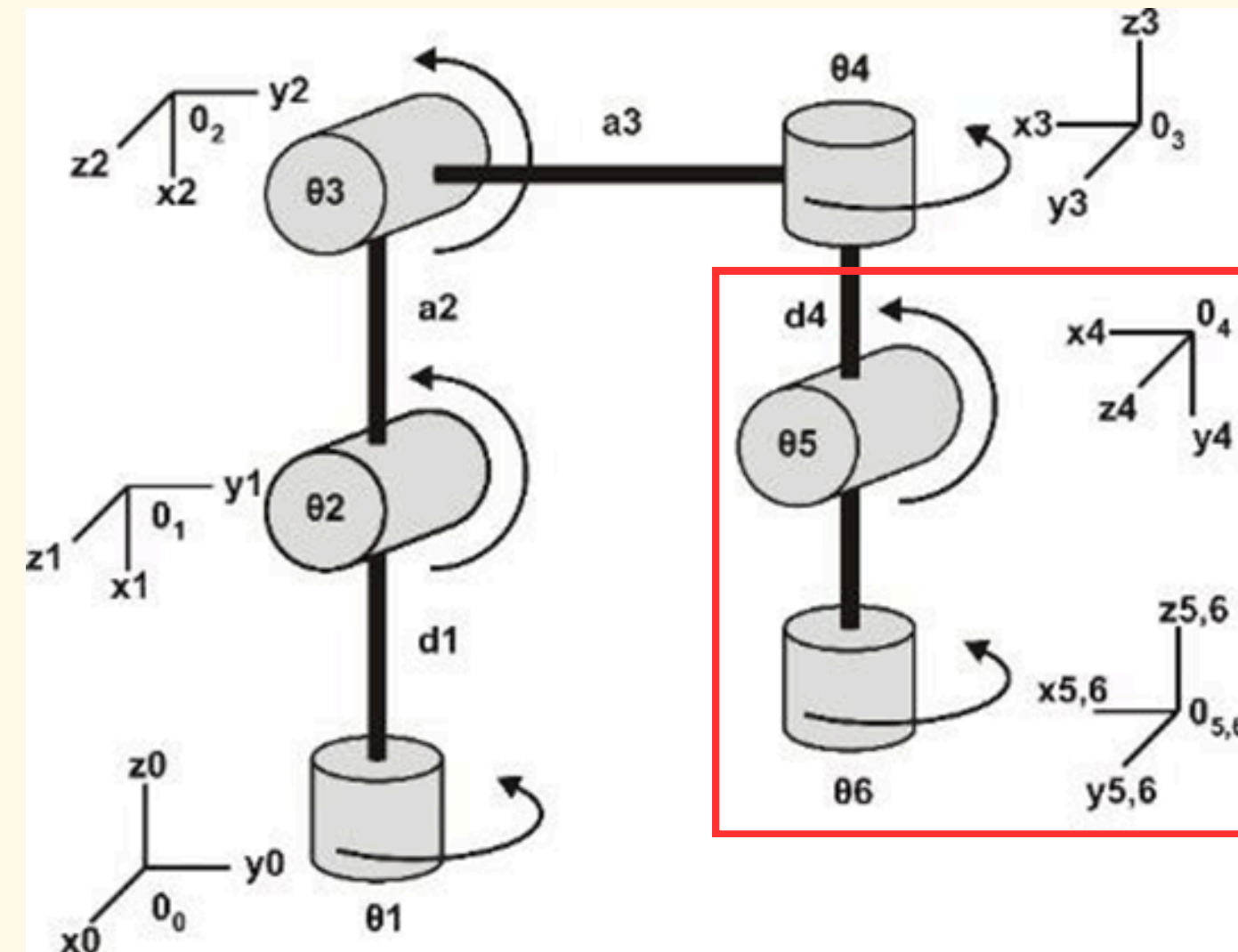




# SISTEMA DE INTERACCION

## Articulación 5

```
71 % Posición de la articulación 5 a 6
72 P(:, :, 5) = [
73     15*cos(th5);
74     15*sin(th5);
75     0;
76 ];
77
78 % Matriz de rotación de la junta 5 a 6
79 R(:, :, 5) = [
80     cos(th5)  -sin(th5)  0;
81     sin(th5)   cos(th5)  0;
82     0           0        1
83 ]*rotX(90);
```

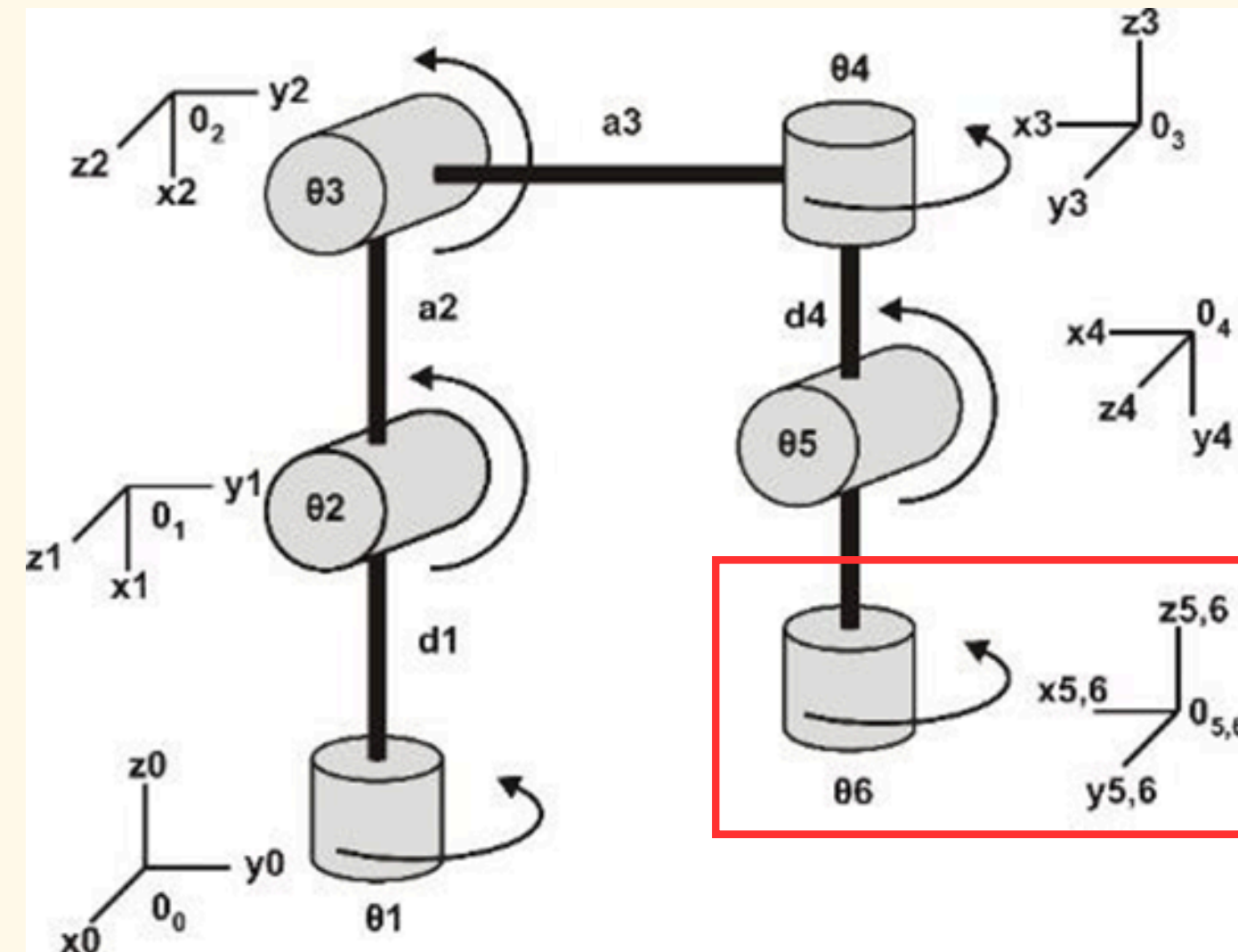




# SISTEMA DE INTERACCION

## Articulación 6

```
84 % Posición de la articulación 6
85 P(:, :, 6) = [
86             0;
87             0;
88             0
89             ];
90
91 % Matriz de rotación de la junta 6
92 R(:, :, 6) = [
93             cos(th6)  -sin(th6)  0;
94             sin(th6)   cos(th6)  0;
95             0           0        1
96             ];
```



# VELOCIDAD LINEAL

$$\left( \begin{array}{l} l_5 \, \sigma_6 \cos(\text{th}_5(t)) \, (\cos(\text{th}_1(t)) \cos(\text{th}_4(t)) - \sin(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_4(t)) \cos(\sigma_{20})) - \sigma_{13} \, (\cos(\text{th}_1(t)) \, \sigma_{16} + l_5 \cos(\text{th}_5(t)) \, (\sin(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_4(t)) - \cos(\text{th}_1(t)) \cos(\text{th}_4(t)) \cos(\sigma_{20})) + d_4 \cos(\text{th}_1(t)) \sin(\sigma_{20}) + l_5 \cos(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_5(t)) \sin(\sigma_{20})) - \sigma_7 \sin(\text{th}_1(t)) \, \sigma_{15} - \sigma_8 \sin(\text{th}_1(t)) \, \sigma_{14} - \sigma_5 \, (l_5 \cos(\text{th}_5(t)) \sin(\text{th}_1(t)) \sin(\sigma_{20}) + l_5 \cos(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_4(t)) \sin(\text{th}_5(t)) + l_5 \cos(\text{th}_4(t)) \sin(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_5(t)) \cos(\sigma_{20})) \\ \sigma_5 \, (l_5 \cos(\text{th}_1(t)) \cos(\text{th}_5(t)) \sin(\sigma_{20}) - l_5 \sin(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_4(t)) \sin(\text{th}_5(t)) + l_5 \cos(\text{th}_1(t)) \cos(\text{th}_4(t)) \sin(\text{th}_5(t)) \cos(\sigma_{20})) - \sigma_{13} \, (\sin(\text{th}_1(t)) \, \sigma_{16} - l_5 \cos(\text{th}_5(t)) \, (\cos(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_4(t)) + \cos(\text{th}_4(t)) \sin(\text{th}_1(t)) \cos(\sigma_{20})) + d_4 \sin(\text{th}_1(t)) \sin(\sigma_{20}) + l_5 \sin(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_5(t)) \sin(\sigma_{20})) + \sigma_7 \cos(\text{th}_1(t)) \, \sigma_{15} + \sigma_8 \cos(\text{th}_1(t)) \, \sigma_{14} + l_5 \, \sigma_6 \cos(\text{th}_5(t)) \, (\cos(\text{th}_4(t)) \sin(\text{th}_1(t)) + \cos(\text{th}_1(t)) \sin(\text{th}_4(t)) \cos(\sigma_{20})) \\ \sigma_7 \, (\sigma_{12} + \sigma_{11} + \sigma_{10} + \sigma_9 + \sigma_4 + \sigma_3 + \sigma_1 - \sigma_2) + \sigma_8 \, (\sigma_{19} + \sigma_{12} + \sigma_{11} + \sigma_{10} + \sigma_9 + \sigma_4 + \sigma_3 + \sigma_1 - \sigma_2) - \sigma_5 \, (l_5 \cos(\text{th}_5(t)) \cos(\sigma_{20}) - l_5 \cos(\text{th}_4(t)) \sin(\text{th}_5(t)) \sin(\sigma_{20})) + l_5 \, \sigma_6 \cos(\text{th}_5(t)) \sin(\text{th}_4(t)) \sin(\sigma_{20}) \end{array} \right)$$

where

$$\sigma_1 = l_5 \cos(\text{th}_4(t)) \cos(\text{th}_5(t)) \sin(\text{th}_2(t)) \sin(\text{th}_3(t))$$

$$\sigma_2 = l_5 \cos(\text{th}_2(t)) \cos(\text{th}_3(t)) \cos(\text{th}_4(t)) \cos(\text{th}_5(t))$$

$$\sigma_3 = l_5 \cos(\text{th}_3(t)) \sin(\text{th}_2(t)) \sin(\text{th}_5(t))$$

$$\sigma_4 = l_5 \cos(\text{th}_2(t)) \sin(\text{th}_3(t)) \sin(\text{th}_5(t))$$

$$\sigma_5 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \, \text{th}_5(t)}$$

$$\sigma_6 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \, \text{th}_4(t)}$$

$$\sigma_7 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \, \text{th}_3(t)}$$

$$\sigma_8 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \, \text{th}_2(t)}$$

$$\sigma_9 = d_4 \cos(\text{th}_3(t)) \sin(\text{th}_2(t))$$

$$\sigma_{10} = d_4 \cos(\text{th}_2(t)) \sin(\text{th}_3(t))$$

$$\sigma_{11} = a_3 \cos(\text{th}_3(t)) \sin(\text{th}_2(t))$$

$$\sigma_{12} = a_3 \cos(\text{th}_2(t)) \sin(\text{th}_3(t))$$

$$\sigma_{13} = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \, \text{th}_1(t)}$$

$$\sigma_{14} = a_2 \cos(\text{th}_2(t)) + a_3 \cos(\sigma_{20}) + d_4 \cos(\sigma_{20}) + \sigma_{18} + \sigma_{17}$$

$$\sigma_{15} = a_3 \cos(\sigma_{20}) + d_4 \cos(\sigma_{20}) + \sigma_{18} + \sigma_{17}$$

$$\sigma_{16} = \sigma_{19} + a_3 \sin(\sigma_{20})$$

$$\sigma_{17} = l_5 \cos(\text{th}_4(t)) \cos(\text{th}_5(t)) \sin(\sigma_{20})$$

$$\sigma_{18} = l_5 \sin(\text{th}_5(t)) \cos(\sigma_{20})$$

$$\sigma_{19} = a_2 \sin(\text{th}_2(t))$$

$$\sigma_{20} = \text{th}_2(t) + \text{th}_3(t)$$

# VELOCIDAD ANGULAR

$$\begin{pmatrix} \sigma_1 (\sin(\theta_5(t)) (\cos(\theta_1(t)) \sin(\theta_4(t)) + \cos(\theta_4(t)) \sin(\theta_1(t)) \cos(\sigma_4)) + \cos(\theta_5(t)) \sin(\theta_1(t)) \sin(\sigma_4)) + \sigma_2 (\cos(\theta_1(t)) \cos(\theta_4(t)) - \sin(\theta_1(t)) \sin(\theta_4(t)) \cos(\sigma_4)) + \sigma_6 \cos(\theta_1(t)) + \sigma_5 \cos(\theta_1(t)) + \sigma_3 \sin(\theta_1(t)) \sin(\sigma_4) \\ \sigma_1 (\sin(\theta_5(t)) (\sin(\theta_1(t)) \sin(\theta_4(t)) - \cos(\theta_1(t)) \cos(\theta_4(t)) \cos(\sigma_4)) - \cos(\theta_1(t)) \cos(\theta_5(t)) \sin(\sigma_4)) + \sigma_2 (\cos(\theta_4(t)) \sin(\theta_1(t)) + \cos(\theta_1(t)) \sin(\theta_4(t)) \cos(\sigma_4)) + \sigma_6 \sin(\theta_1(t)) + \sigma_5 \sin(\theta_1(t)) - \sigma_3 \cos(\theta_1(t)) \sin(\sigma_4) \\ \overline{\frac{\partial}{\partial t} \theta_1(t) + \sigma_3 \cos(\sigma_4) + \sigma_1 (\cos(\theta_5(t)) \cos(\sigma_4) - \cos(\theta_4(t)) \sin(\theta_5(t)) \sin(\sigma_4)) + \sigma_2 \sin(\theta_4(t)) \sin(\sigma_4)} \end{pmatrix}$$

where

$$\sigma_1 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \theta_6(t)}$$

$$\sigma_2 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \theta_5(t)}$$

$$\sigma_3 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \theta_4(t)}$$

$$\sigma_4 = \theta_2(t) + \theta_3(t)$$

$$\sigma_5 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \theta_3(t)}$$

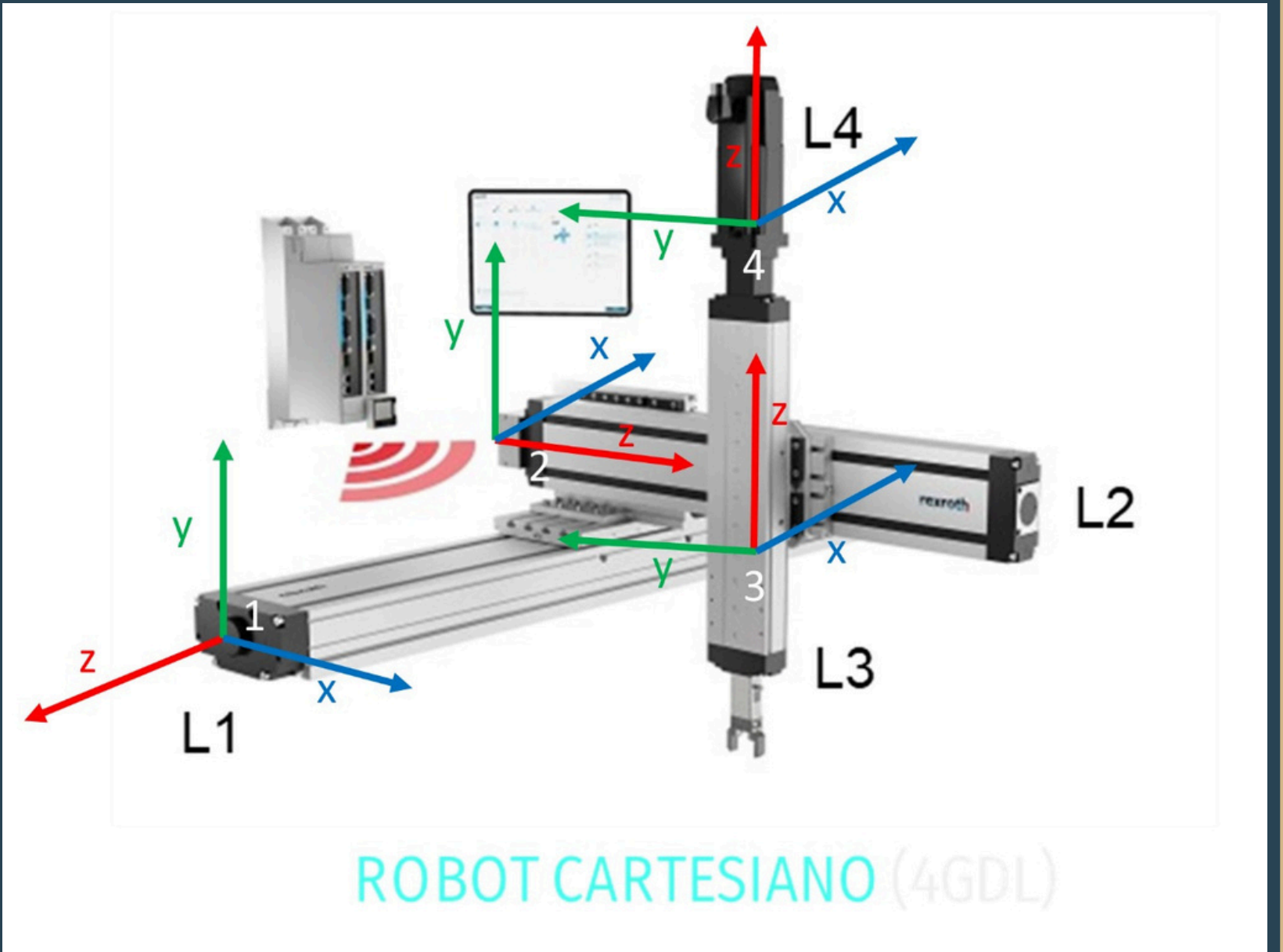
$$\sigma_6 = \overline{\frac{\partial}{\partial t} \theta_2(t)}$$

# ROBOT CARTESIANO

2

## DEFINIMOS NUESTROS EJES

- 1- Rotación en Y +90
- 2- Rotación en X -90
- 3- Sin rotación
- 4- Sin rotación



# ROBOT CARTESIANO

## Articulación 1

Posición de la articulación 1 respecto a 0

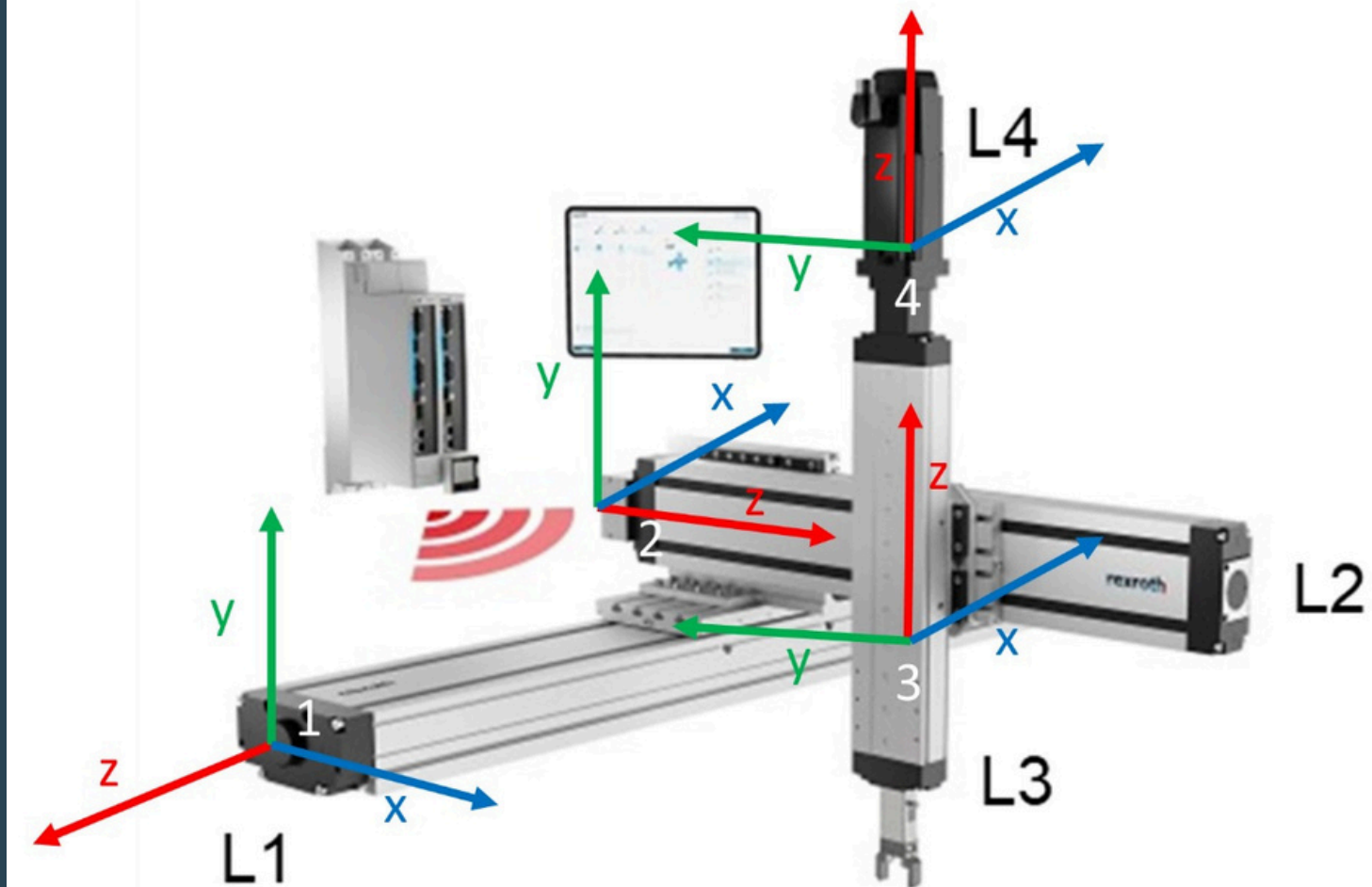
$$P(:, :, 1) = \begin{bmatrix} 0; \\ 0; \\ 11 \\ ];$$

Matriz de rotación de la junta 1 respecto a 0

$$R(:, :, 1) = \text{rotY}(90)$$

$R = 3 \times 3$

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



ROBOT CARTESIANO (4GDL)

# ROBOT CARTESIANO

## Articulación 2

Posición de la articulación 2 respecto a 1

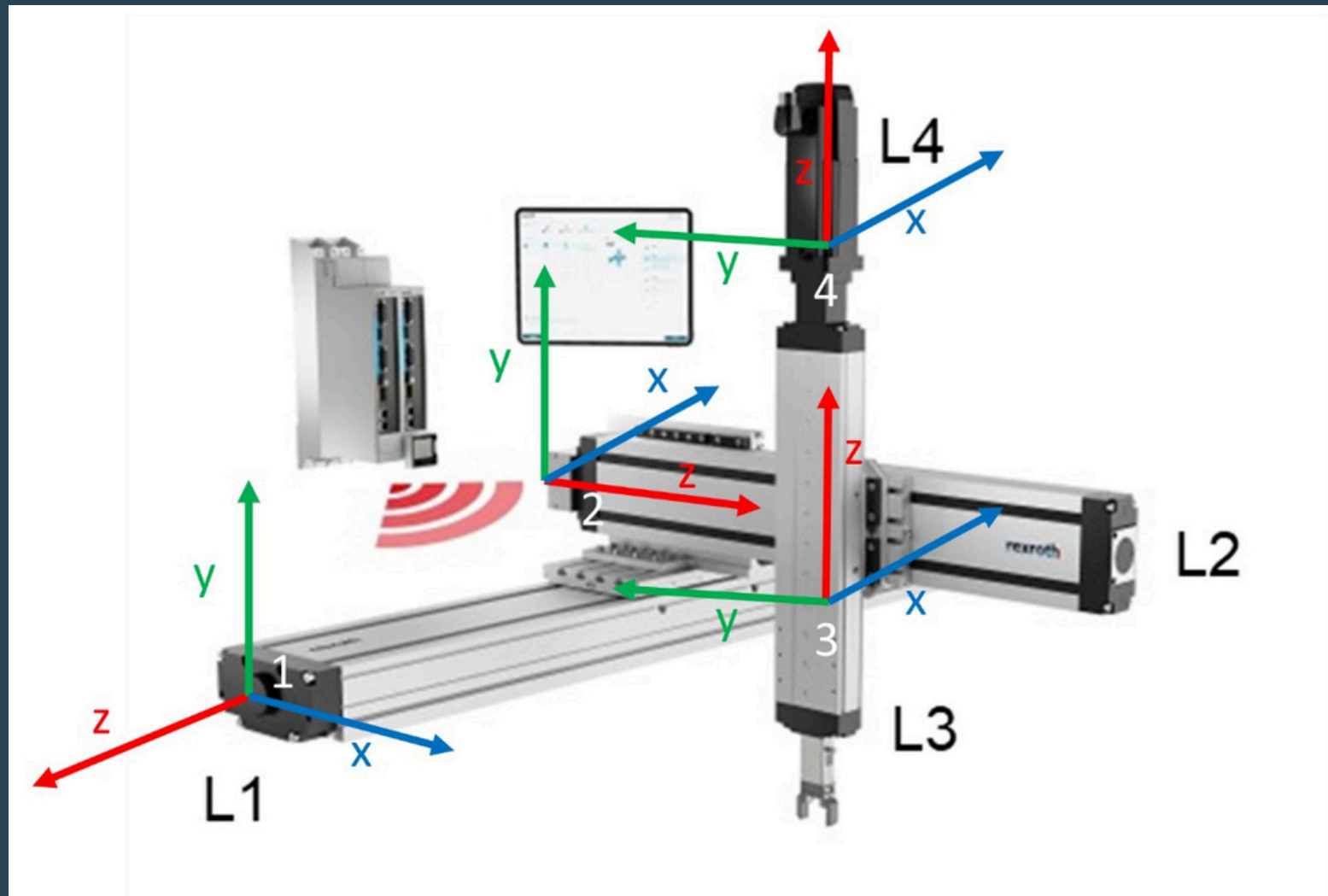
$$P(:, :, 2) = \begin{bmatrix} 0; \\ 0; \\ 12 \\ \end{bmatrix};$$

Matriz de rotación de la junta 2 respecto a 1

$$R(:, :, 2) = \text{rotX}(-90); R(:, :, 2)|$$

ans = 3x3

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



ROBOT CARTESIANO (4GDL)



# ROBOT CARTESIANO

## Articulacion 3

Posición de la articulación 3 respecto a la 2

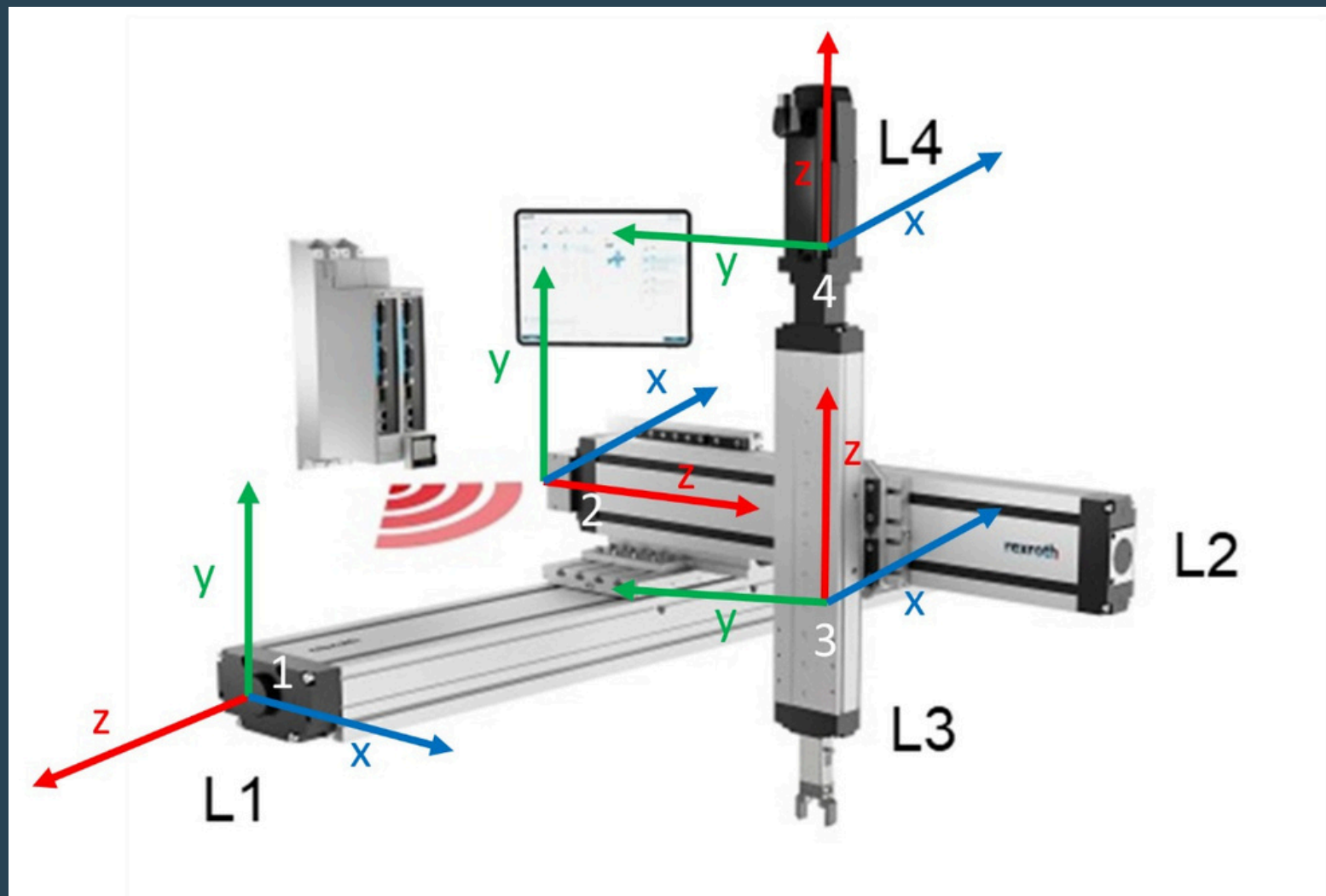
```
P(:, :, 3) = [  
    0;  
    0;  
   13  
];
```

Matriz de rotación de la junta 3 respecto a la 2 0°

```
R(:, :, 3) = rotZ(0); R(:, :, 3)|
```

```
ans = 3x3
```

1	0	0
0	1	0
0	0	1



ROBOT CARTESIANO (4GDL)



# ROBOT CARTESIANO

## Articulación 4

Posición de la articulación 4 respecto a la 3

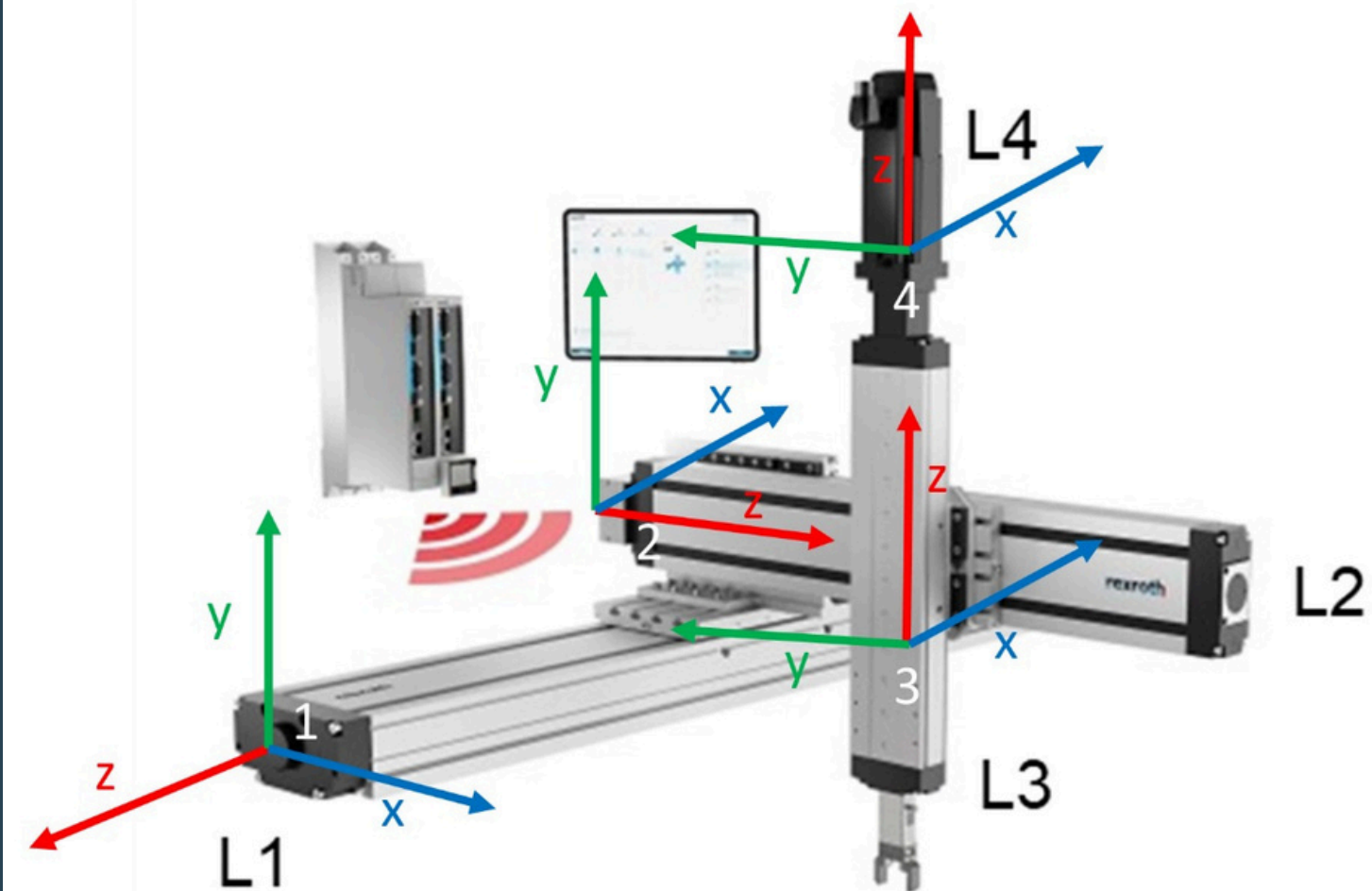
```
P(:, :, 4) = [  
    0;  
    0;  
    14  
    ];
```

Matriz de rotación de la junta 4 respecto a la 4 0°

```
R(:, :, 4) = rotZ(0); R(:, :, 4)
```

ans = 3x3

1	0	0
0	1	0
0	0	1



ROBOT CARTESIANO (4GDL)

# VELOCIDADES

Velocidad lineal

$$\begin{pmatrix} \overline{\frac{\partial}{\partial t} l_2(t)} \\ \overline{\frac{\partial}{\partial t} l_3(t) + \frac{\partial}{\partial t} l_4(t)} \\ \overline{\frac{\partial}{\partial t} l_1(t)} \end{pmatrix}$$

Velocidad angular

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



**GRACIAS**