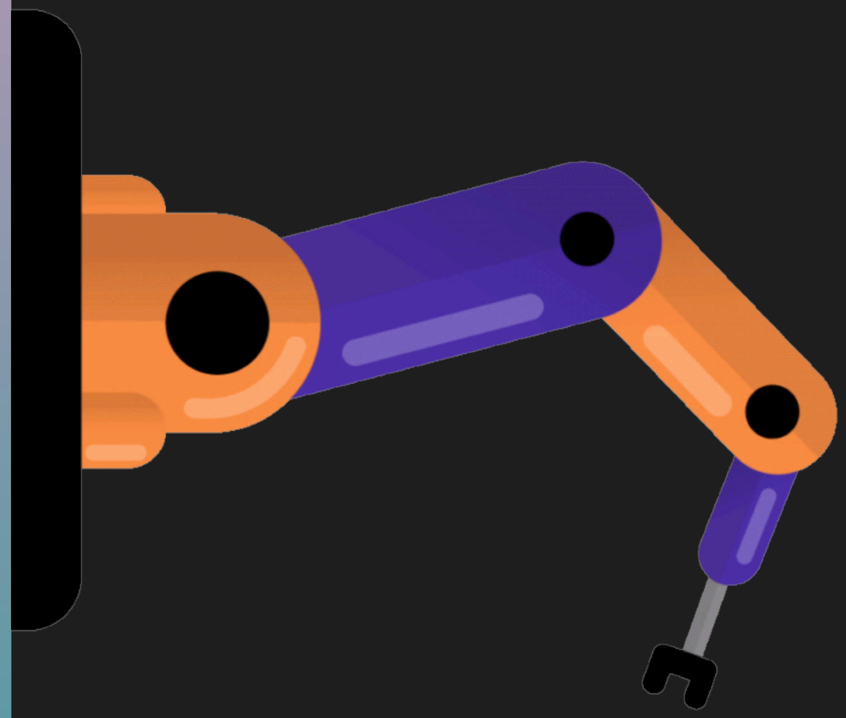
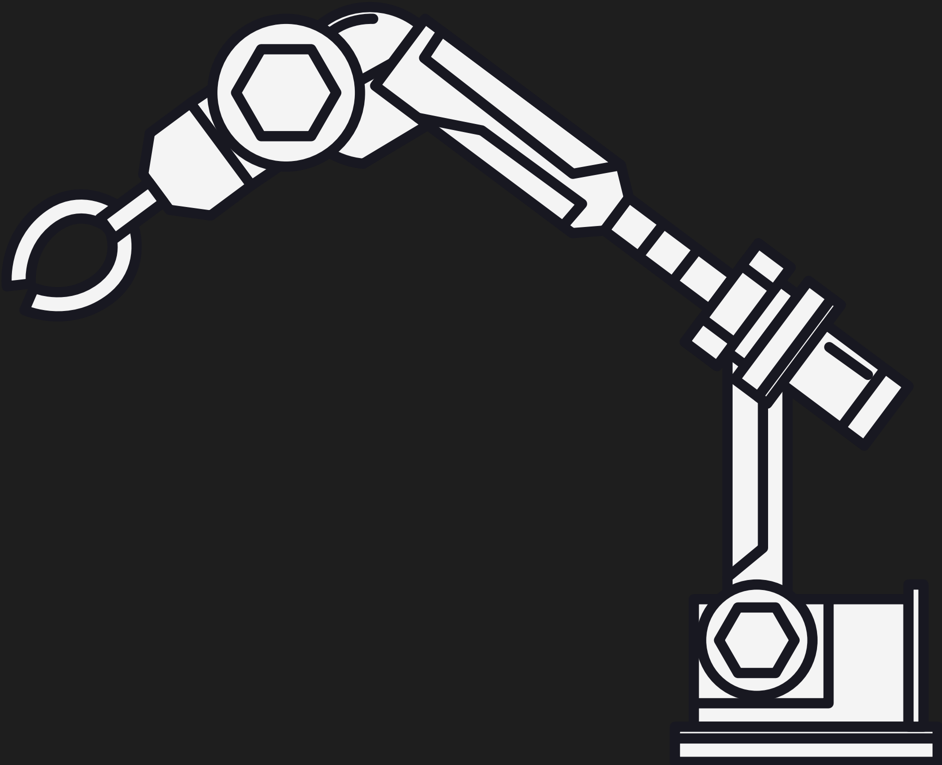
IMPLEMENTACIÓN DE ROBÓTICA INTELIGENTE

Presentación final

CINEMÁTICA DIFERENCIAL DE PIERNAS



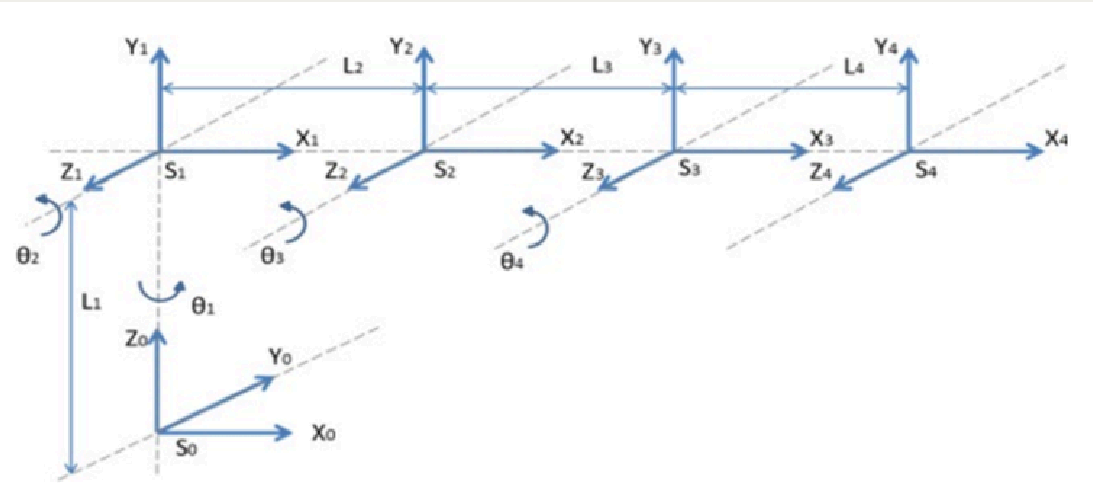
José Diego Tomé Guardado A01733345

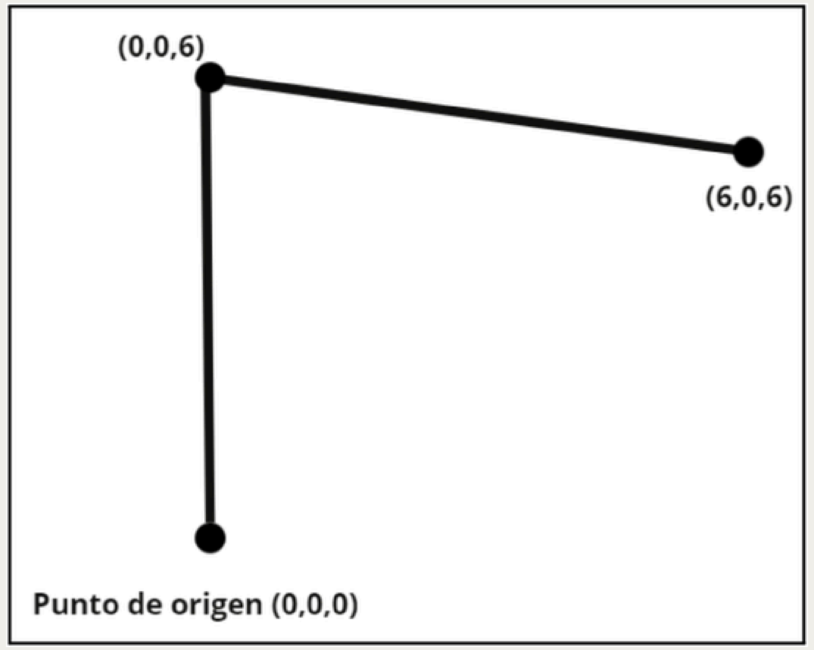


PRIMER SISTEMA

01 %Coordenadas de la estructura de translación y rotación

x=[6 0 0];
y=[0 0 0];
z=[6 6 0];



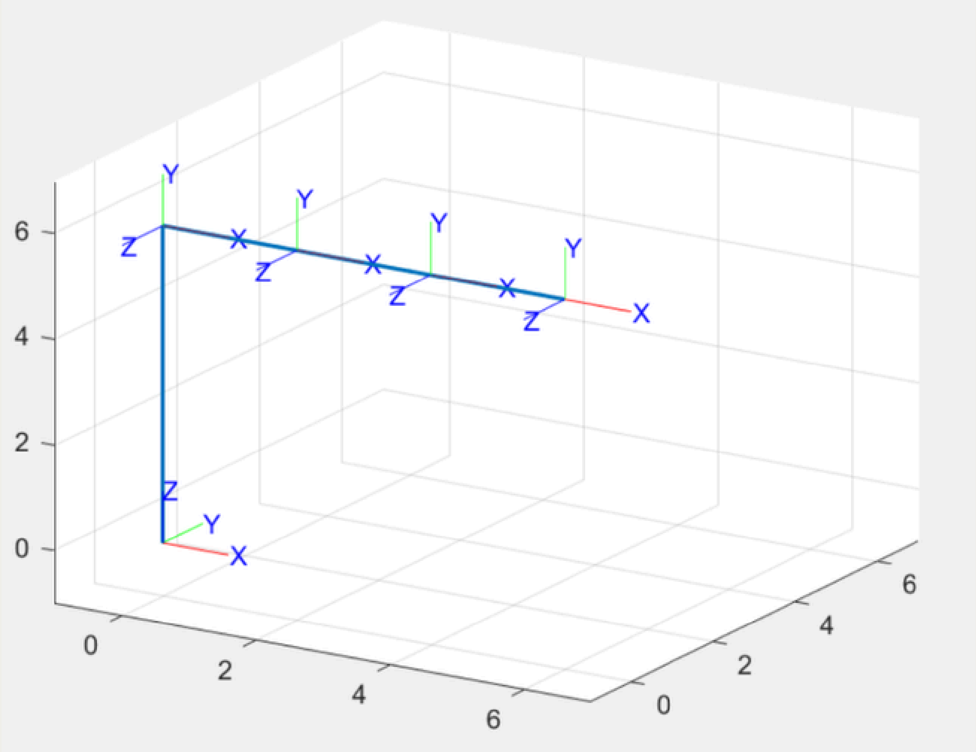


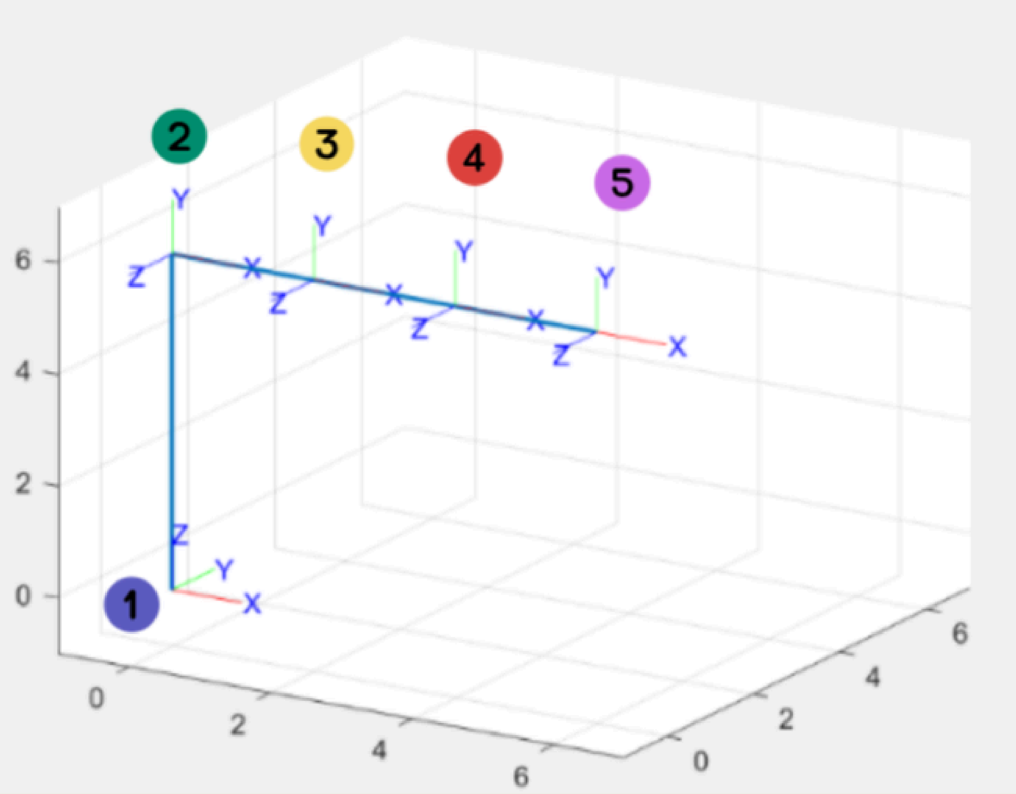
02 TRANSFORMACIONES

1. H0 =SE3; % Punto de origen
2. H1=SE3(rotx(pi/2), [0 0 6]); % Rotar en x 90 grados positivos y traslación en z

% ------- Traslaciones ---------

3. H2=SE3([2 0 0]); % Traslación en x
4. H3=SE3([2 0 0]) % Traslación en x
5. H4=SE3([2 0 0]) % Traslación en x





La primera columna [1, 0, 0] indica que el eje X se mantiene en su dirección original.

La segunda columna [0, 0, 1] indica que el eje Y ha sido rotado para alinearse con el eje Z original.

La tercera columna [0, -1, 0] indica que el eje Z ha sido rotado para alinearse con el eje Y original en la dirección negativa.

El vector de traslación [6, 0, 6] indica que el punto ha sido trasladado 6 unidades en el eje X y 6 unidades en el eje Z.

El 1 en la esquina inferior es para completar que se hacen transformación homogénea.

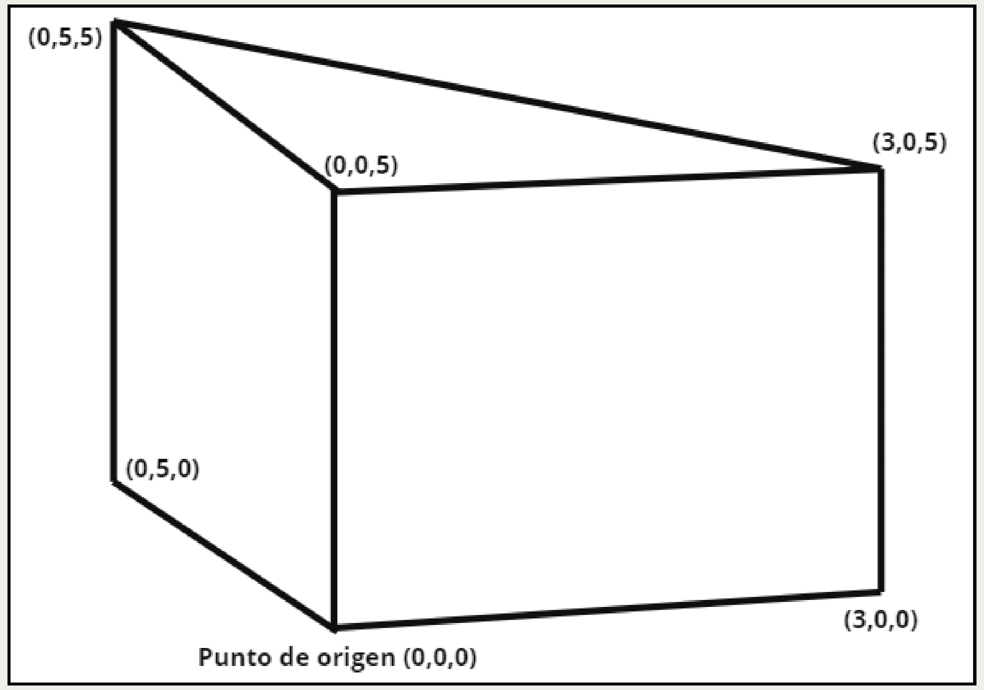
Matriz de transformación homogénea global T

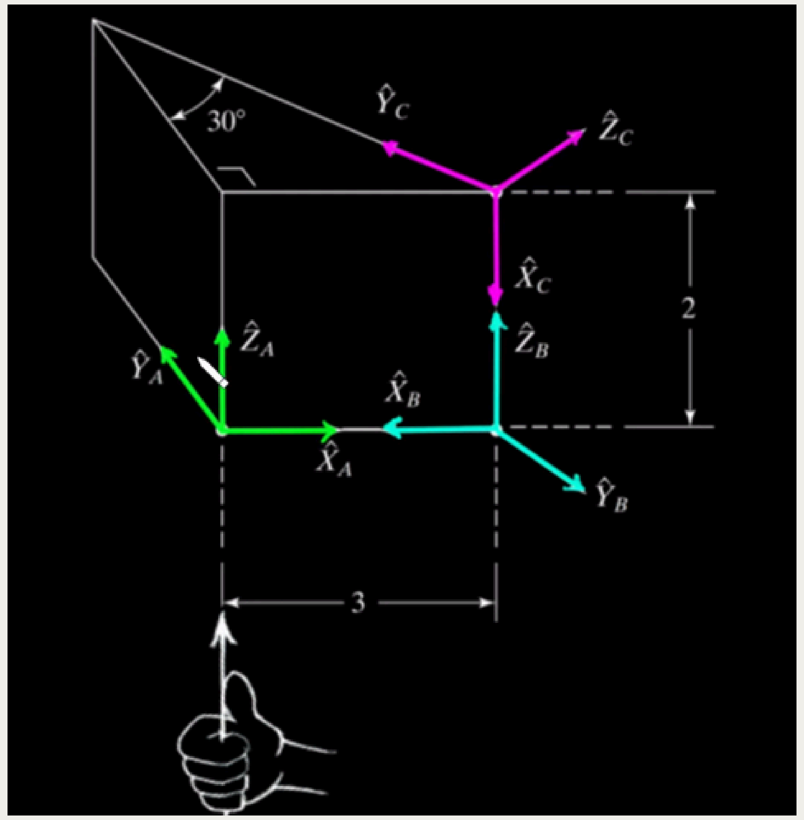
$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

SEGUNDO SISTEMA

01 %Coordenadas de la estructura de translación y rotación

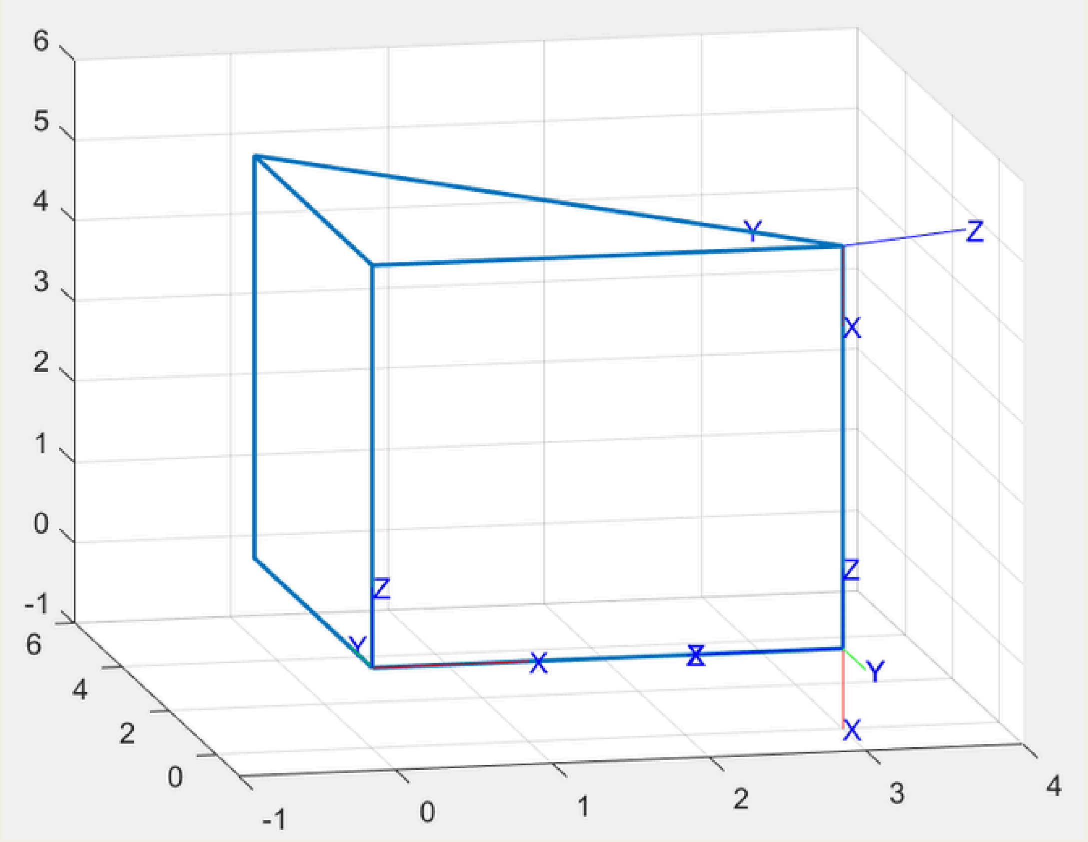
x=[0 3 3 0 0 0 0 0 0 3];
y=[0 0 0 0 0 5 5 0 5 0];
z=[0 0 5 5 0 0 5 5 5 5];

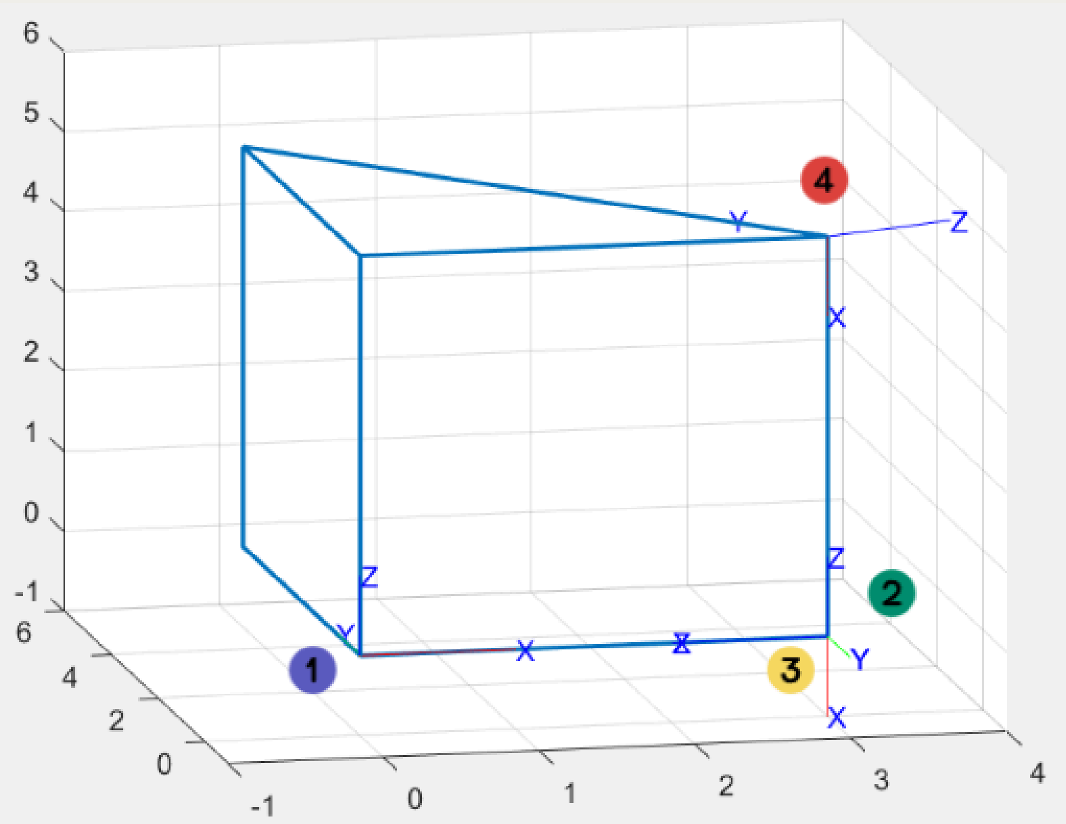




02 TRANSFORMACIONES

1. H0=SE3; %PUNTO DE ORIGEN
2. H1=SE3(rotz(pi), [3 0 0]); %Rotacion en z de 180 y traslacion en x
3. H2=SE3(roty(pi/2), [0 0 0]); %Rotacion en y de 90 y sin movimiento
4. H3=SE3(rotx(150*pi/180), [-5 0 0]) %Rotacion en x de





La primera columna [0, 0, -1] indica la nueva dirección del eje X del sistema de coordenadas 3 en términos del sistema de coordenadas 0.

La segunda columna [-0.5, 0.866, 0] indica la nueva dirección del eje Y del sistema de coordenadas 3.

La tercera columna [0.866, 0.5, 0] indica la nueva dirección del eje Z del sistema de coordenadas 3.

El vector de traslación [3, 0, 5] indica que el punto ha sido trasladado 3 unidades en el eje X y 5 unidades en el eje Z.

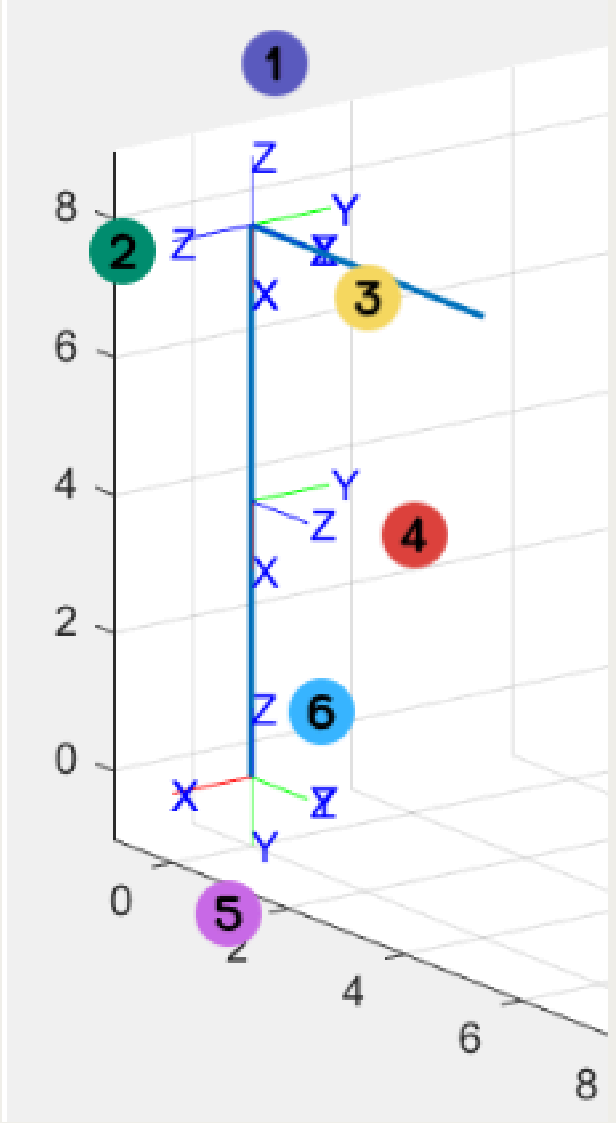
Matriz de transformación homogénea global T

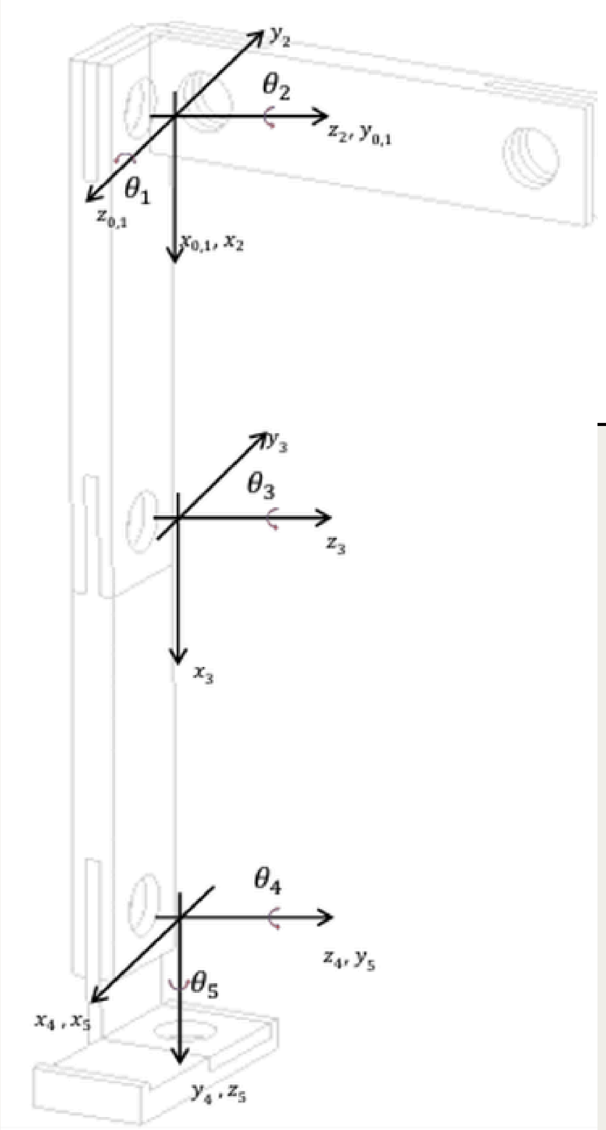
0	-0.5	0.866	3
0	0.866	0.5	0
-1	0	0	5
0	0	0	1

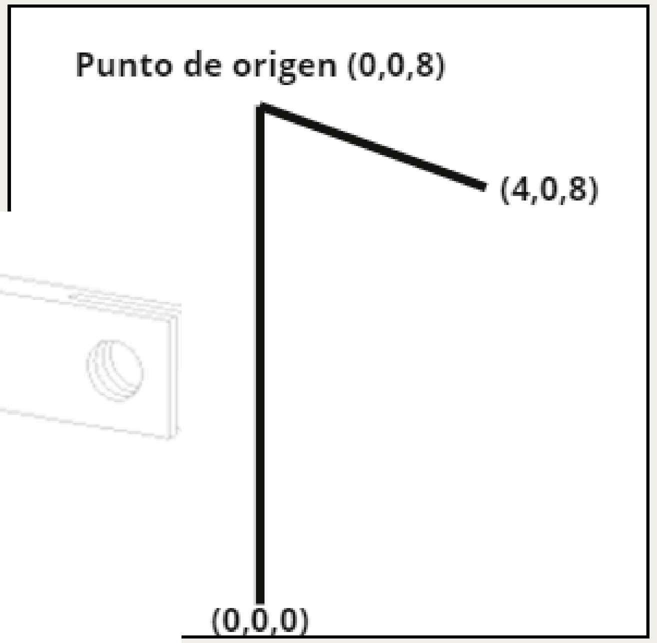
TERCER SISTEMA

01

%Coordenadas de la estructura de translación y rotación
x=[4 0 0];
y=[0 0 0];
z=[8 8 0];







02 TRANSFORMACIONES

% ------- Operaciones para punto de origen ---------
% Punto de origen primeramente lo posicionamos en el inicio del sistema
% segun la imagen propuesta

1 H0=SE3([0 0 8])

% Seguimos en el punto de origen pero tenemos que hacer una rotación de y de 90 grados junto con una rotacion de x de 90 grados y una traslación de posición en la coordenada (x,y,z) de (0,6,6) para posicionarlo como la imagen propuesta sin mover el sistema

Rotacion = roty(pi/2)*rotx(pi/2)
2 H1=SE3(Rotacion, [0 0 8]);

% ------- Traslaciones ---------

3 H2=SE3(rotx(-pi/2), [0 0 0]); %rotar x -90 grados

4 H3=SE3([4 0 0]); %traslacion en x de 4

5 H4=SE3(rotz(-pi/2), [4 0 0]) %rotar en z -90 grados y traslacion en x de 4

6 H5=SE3(rotx(pi/2), [0 0 0]) %rotar finalmente 90 grados em x

La primera columna [0, -1, 0] indica que el eje X ha sido rotado para alinearse con el eje Y en la dirección negativa.

La segunda columna [1, 0, 0] indica que el eje Y ha sido rotado para alinearse con el eje Z original.

La tercera columna [0, 0, 1] indica que el eje Z se encuentra en la misma posición.

El vector de traslación [0, 0, 0] indica que el punto ha sido trasladado hacia abajo para el punto final.

Matriz de transformación homogénea global T

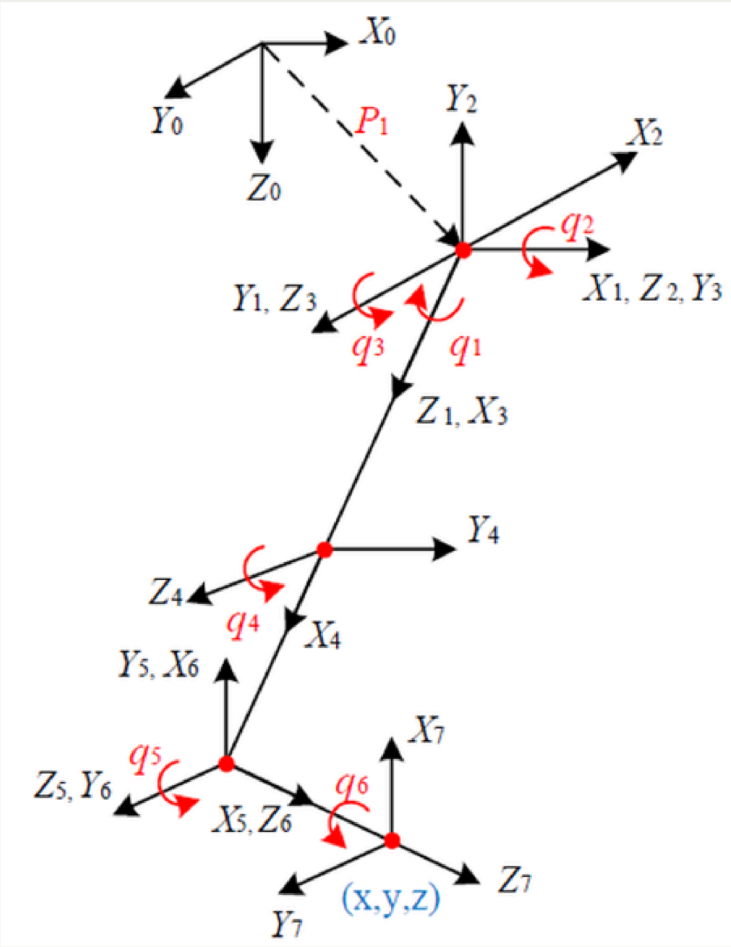
$$
\begin{matrix}
0 & 1 & 0 & 0 \\
-1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{matrix}
$$

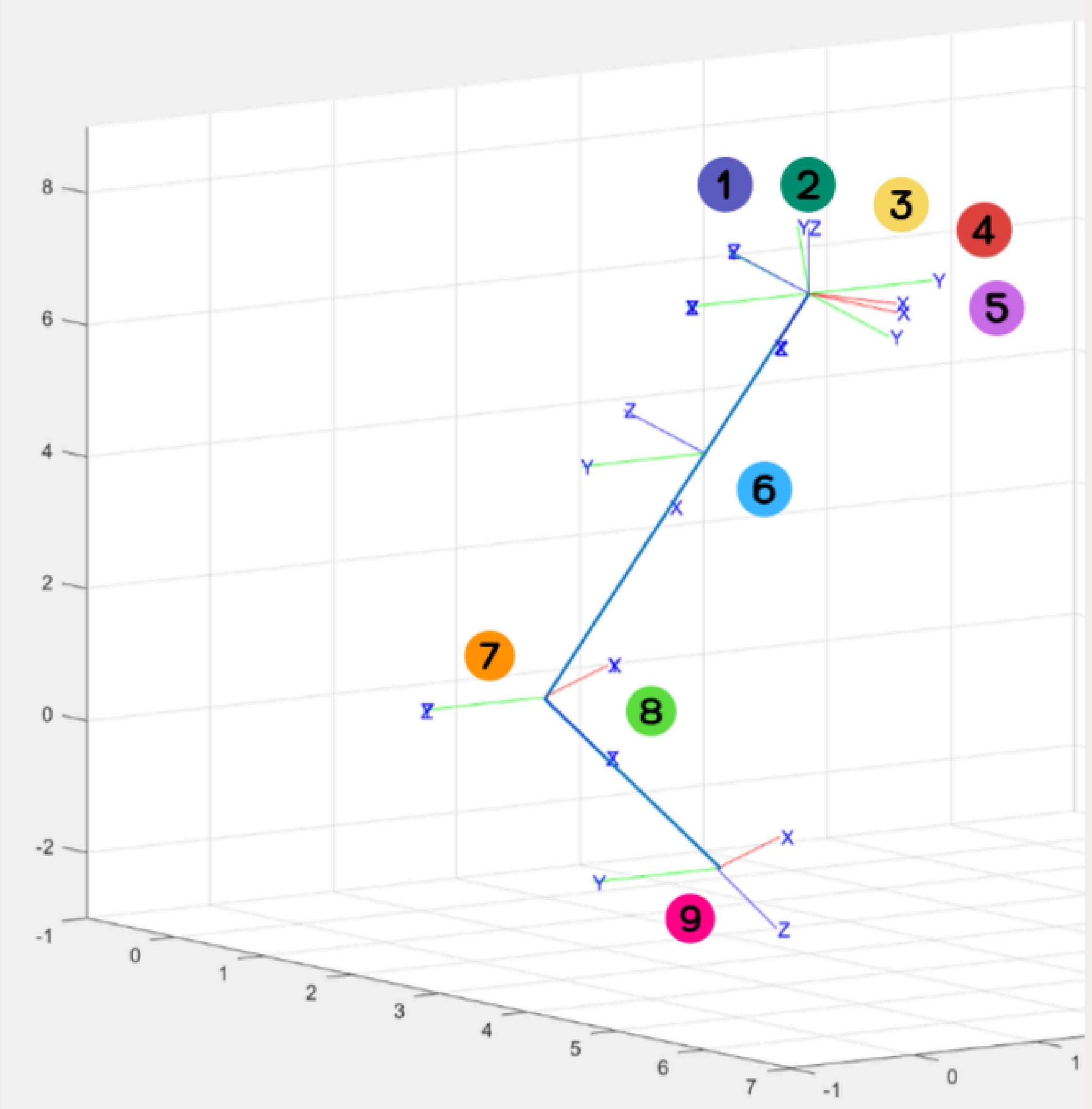
CUARTO SISTEMA

01

%Coordenadas de la estructura de translación y rotación

x=[2 0 3];
y=[2 2 2];
z=[-2 0 7];





02 TRANSFORMACIONES

1. H0=SE3([3 2 7]);%PUNTO DE ORIGEN
2. H1=SE3(roty(-pi)*rotz(-pi/2)*rotx(-pi/8), [3 2 7]);
3. H2=SE3(rotx(-pi/3)*roty(pi/2), [0 0 0]);
4. H3=SE3(rotz(-151/225*pi), [0 0 0]);
5. H4=SE3(rotx(pi/2), [0 0 0]);
6. H5=SE3([3 0 0]);
7. rotarz= rotz(-23/180*pi)
   H6=SE3((rotz(pi/2)*roty(pi/2))*rotarz, [4.588 0 0]);
8. H7=SE3(rotz(pi/2)*rotx(pi/2), [0 0 0]);
9. H8=SE3([0 0 2.8284])

- En la primera columna, los valores son 0.723, 0 y 0.6909. Esto sugiere una rotación y traslación en la dirección x.

- En la segunda columna, los valores son 0, -1, 0, lo que indica una rotación y traslación en la dirección y.

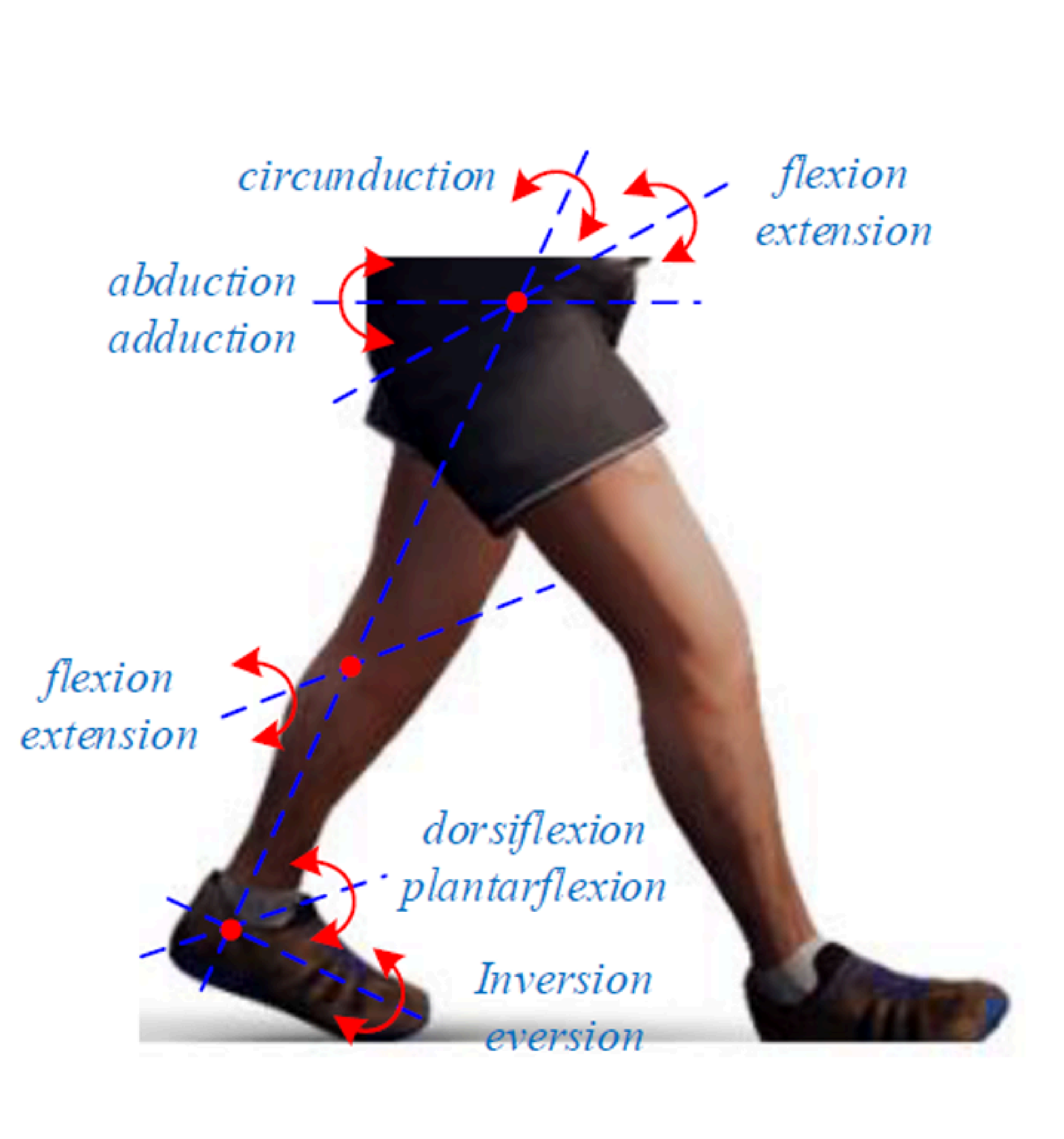
- En la tercera columna, los valores son 0.6909, 0, -0.723, lo que sugiere una rotación y traslación en la dirección z.

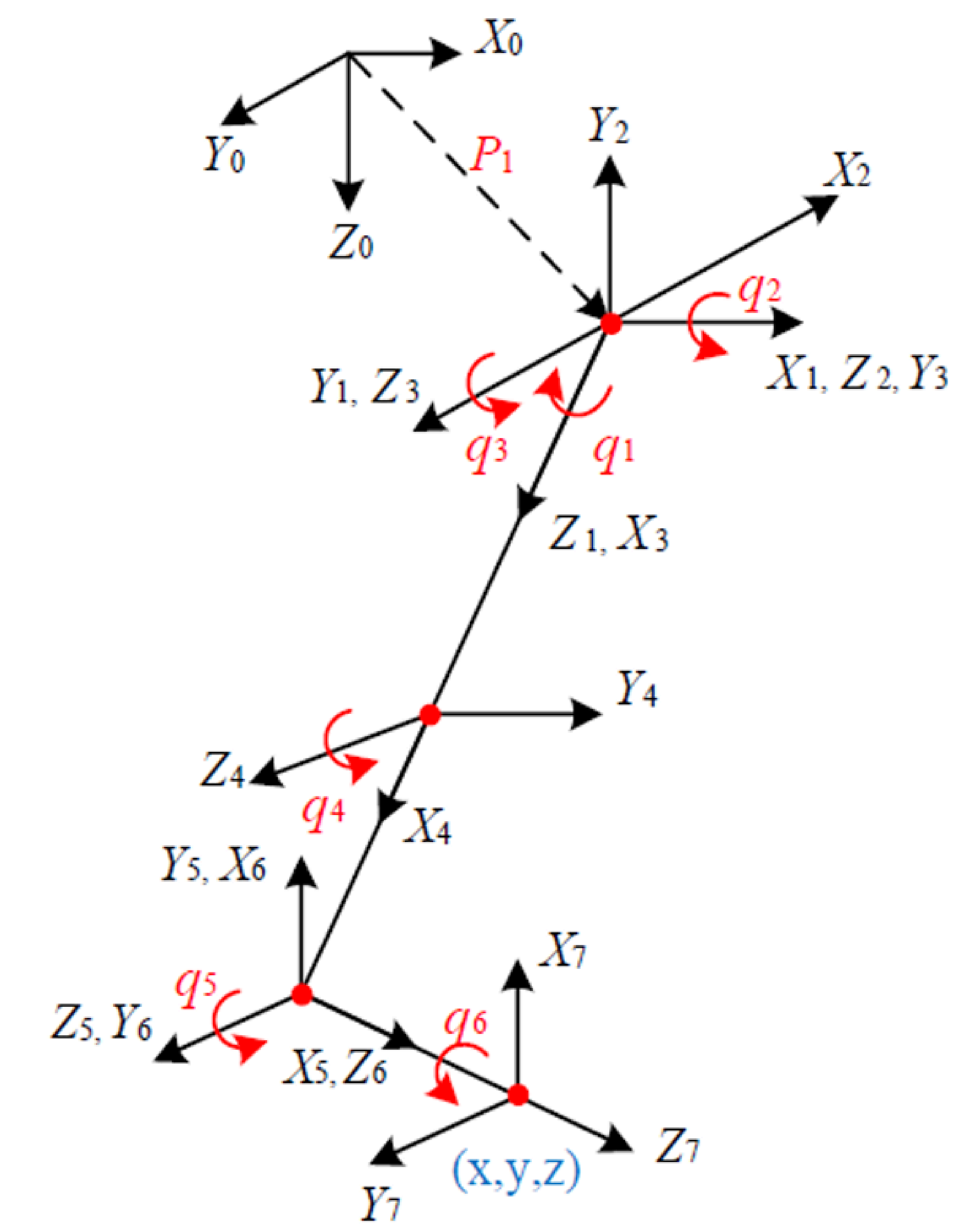
- El último valor de la primera columna de 1.953, de la segunda columna de 2, y de la tercera columna de -2.014 representan las traslaciones en las direcciones x, y, z.

Matriz de transformación homogénea global T

0.723	0	0.6909	1.953
0	-1	0	2
0.6909	0	-0.723	-2.014
0	0	0	1

Análisis por articulación





Análisis por articulación

```
% Articulación 1 (esférica: tres ángulos) ------------ MUSLO
R1_rotax = [1      0               0;
            0 cos(th1) -sin(th1);
            0 sin(th1) cos(th1)];

R2_rotay = [cos(th2)   0  sin(th2);
        0             1           0;
        -sin(th2)  0  cos(th2)];

R3_rotaz = [cos(th3)  -sin(th3)  0;
        sin(th3)   cos(th3)  0;
        0               0        1];

R(:,:,1) = R3_rotaz.* R2_rotay.* R1_rotax.*(R1_rotax*(-pi/2)).*(R3_rotaz(-pi/2));

P(:,:,1) = [0; 0; l1];

% Articulación 2 (rotacional: un ángulo) ------------ RODILLA
R4_rotaz = [cos(th4) -sin(th4) 0;
        sin(th4) cos(th4) 0;
        0 0 1];

R(:,:,2) = R4_rotaz.*(R4_rotaz*(-pi/2));

P(:,:,2) = [l2; 0; 0];
```

```
% Articulación 3 ------------- TALON

R5_rotaz = [cos(th5) -sin(th5) 0;
            sin(th5) cos(th5) 0;
                              0 0 1];

R(:,:,3) = R5_rotaz.* (R5_rotaz*(pi/2));
P(:,:,3) = [l3; 0; 0];

% Articulación 4 ---------------- empeine

R4_rotaz = [cos(th6) -sin(th6) 0;
            sin(th6) cos(th6) 0;
                              0 0 1];

P(:,:,4) = [0; 0; l4];
R(:,:,4) = R4_rotaz;
```

Jacobiano lineal

```
where

           /    /   pi \ \
  #1 == cos| th3| - -- | |
           \    \    2 / /

                       2
  #2 == sin(th4(t))

                       2
  #3 == cos(th1(t))

                       4
  #4 == cos(th1(t))

                       2
  #5 == cos(th2(t))

  #6 == 2 l2 - pi l3 #7

                       2
  #7 == cos(th4(t))
```

Aquí, cada elemento de la matriz representa la contribución de cada junta a la velocidad lineal en el espacio cartesiano.

El Jacobiano lineal obtenido en el código es una matriz que representa la relación entre las velocidades articulares y la velocidad lineal del efector final.

```
Jacobiano lineal obtenido de forma analítica
-- --         2                          3
|  |    l3 pi  #3 cos(th3(t)) #2 #1  l3 pi  #4 cos(th2(t)) cos(th3(t)) #2 #1
|  | - ---------------------------, ---------------------------------------,
-- --               4                                  8

         4                                  --
    l3 pi  #4 cos(th2(t)) cos(th3(t)) #2 #1   |
  - ---------------------------------------, 0 |,
                      16                     --

  --                                  2                                 4                                 --
  |    pi cos(th2(t)) cos(th3(t)) #1 #6  pi  #3 #5 cos(th3(t)) #1 #6  l3 pi  #3 #5 cos(th3(t)) #7 #1        |
  |  - --------------------------------, ---------------------------, -------------------------------, 0 |,
  --                 4                                8                            16                     --

               --
                |
  [0, 0, 0, 0]  |
               --
```

Jacobiano angular

Aquí, cada elemento de la matriz representa la contribución de cada junta a la velocidad angular del efector final en el espacio cartesiano.

```
Jacobiano ángular obtenido de forma analítica
/ 0,               0,                              0,                             0              \
|                                                                                                |
| 0,               0,                              0,                             0              |
|                                                                                                |
|                    2                2            2                3            2               |
|      pi cos(th1(t))  cos(th2(t))  pi  cos(th1(t))  cos(th2(t))  pi  cos(th1(t))  cos(th2(t))  |
| 1, - ---------------------------, ----------------------------, ----------------------------  |
\                   2                             4                              8              /

Velocidad lineal obtenida mediante el Jacobiano lineal
/             2                           2              2                                                  \
|        13 pi  #1 cos(th3(t)) sin(th4(t))  #2 (4 #6 + pi  #4 #1 cos(th2(t)) - 2 pi #5 #1 cos(th2(t)))      |
|      - ---------------------------------------------------------------------------------------------      |
|                                                       16                                                   |
|                                                                                                           |
|   2                                                                            4                          |
| pi  #5 #1 #3 cos(th3(t)) #2 #7   pi #6 cos(th2(t)) cos(th3(t)) #2 #7   13 pi  #4 #1 #3 cos(th3(t)) #8 #2 |
| ------------------------------ - ----------------------------------- + --------------------------------- |
|               8                                   4                                   16                  |
|                                                                                                           |
\                                                      0                                                    /
```

Velocidad lineal

```
Velocidad lineal obtenida mediante el Jacobiano lineal
/            2                            2            2                                         \
|       13 pi   #1 cos(th3(t)) sin(th4(t))  #2 (4 #6 + pi   #4 #1 cos(th2(t)) - 2 pi #5 #1 cos(th2(t)))      |
|     - -----------------------------------------------------------------------------------------     |
|                                                    16                                                |
|                                                                                                      |
|   2                                                                    4                             |
| pi   #5 #1 #3 cos(th3(t)) #2 #7    pi #6 cos(th2(t)) cos(th3(t)) #2 #7    13 pi   #4 #1 #3 cos(th3(t)) #8 #2 |
| ------------------------------ - ----------------------------------- + ---------------------------------- |
|               8                                  4                                     16              |
|                                                                                                      |
\                                                  0                                                   /
```

```
where

                    2
   #1 == cos(th1(t))

          /    /    pi \ \
   #2 == cos| th3| - -- | |
          \    \    2 / /

                    2
   #3 == cos(th2(t))

         ________
          d
   #4 == -- th5(t)
         dt

         ________
          d
   #5 == -- th4(t)
         dt

         ________
          d
   #6 == -- th1(t)
         dt

   #7 == 2 l2 - pi l3 #8

                    2
   #8 == cos(th4(t))
```

La velocidad lineal del efector final se obtiene multiplicando el Jacobiano lineal por las velocidades articulares.

Aquí #4, #5 y #6 representan las derivadas temporales de th5, th4 y th1. Estos términos representan cómo las velocidades articulares afectan la velocidad lineal del efector final.

Velocidad angular

La velocidad angular del efector final se obtiene multiplicando el Jacobiano angular por las velocidades articulares. Estos términos representan cómo las velocidades articulares afectan la velocidad angular del efector final.

- **Las componentes x e y de la velocidad angular son cero porque las articulaciones del robot no contribuyen a la rotación alrededor de estos ejes.**
- **La componente z de la velocidad angular tiene contribuciones de las articulaciones debido a sus rotaciones alrededor del eje z.**

Velocidad angular obtenida mediante el Jacobiano angular

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \overline{\frac{d}{dt} th1(t)} + \frac{\pi^2 \, \overline{\frac{d}{dt} th5(t)} \, \#1 \cos(th2(t))}{4} + \frac{\pi^3 \, \overline{\frac{d}{dt} th6(t)} \, \#1 \cos(th2(t))}{8} - \frac{\pi \, \overline{\frac{d}{dt} th4(t)} \, \#1 \cos(th2(t))}{2} \end{pmatrix}$$

where

$$\#1 == \cos(th1(t))^2$$

MUCHAS GRACIAS