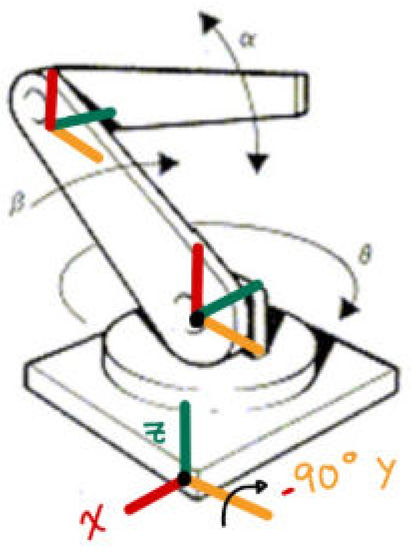
Actividad 4, analisis general




```
%Limpieza de pantalla
clear all
close all
clc

%Declaración de variables simbólicas
syms th1(t) th2(t) th3(t) t l1 l2 l3

%Configuración del robot, 0 para junta rotacional, 1 para junta prismática
RP=[0 0 0];

%Creamos el vector de coordenadas articulares
Q= [th1, th2, th3];
%disp('Coordenadas generalizadas');
%pretty (Q);

%Creamos el vector de velocidades generalizadas
Qp= diff(Q, t);
%disp('Velocidades generalizadas');
%pretty (Qp);
%Número de grado de libertad del robot
GDL= size(RP,2);
GDL_str= num2str(GDL);

%  rotacion_z= [cos(th1)  -sin(th1)   0 ;
%               sin(th1)   cos(th1)   0 ;
%               0                0    1];
%
%  rotacion_x= [1       0          0 ;
%               0  cos(90)  -sin(90);
```

```
%               0  sin(90)  cos(90)];
%
%  x_transf= [1  0  0;   %x +90
%             0  0 -1;
%             0  1  0];
%
%
%  transfor_1= rotacion_z*x_transf;

%Articulación 1
%Articulación 1 a Articulación 2
%Posición de la articulación 1 a 2
P(:,:,1)= [0;0;l1];
%Matriz de rotación de la junta 1 a 2
R(:,:,1)= [0              0       -1;
           sin(th1)   cos(th1)    0 ;
           cos(th1)   -sin(th1)   0];

%Articulación 2
%Articulación 2 a Articulación 3
%Posición de la articulación 2 a 3
P(:,:,2)= [l2*cos(th2); l2*sin(th2);0];
%Matriz de rotación de la junta 2 a 3
R(:,:,2)= [cos(th2)  -sin(th2)   0 ;
           sin(th2)   cos(th2)   0 ;
           0          0          1];

%Articulación 3
%Posición de la articulación 3 respecto a 2
P(:,:,3)= [l3*cos(th3); l3*sin(th3);0];
%Matriz de rotación de la junta 3 respecto a 2  0º
R(:,:,3)=   [cos(th3) -sin(th3)  0;
             sin(th3)  cos(th3)  0;
              0         0        1];
%Creamos un vector de ceros
Vector_Zeros= zeros(1, 3);

%Inicializamos las matrices de transformación Homogénea locales
A(:,:,GDL)=simplify([R(:,:,GDL) P(:,:,GDL); Vector_Zeros 1]);
%Inicializamos las matrices de transformación Homogénea globales
T(:,:,GDL)=simplify([R(:,:,GDL) P(:,:,GDL); Vector_Zeros 1]);
%Inicializamos las posiciones vistas desde el marco de referencia inercial
PO(:,:,GDL)= P(:,:,GDL);
%Inicializamos las matrices de rotación vistas desde el marco de referencia inercial
RO(:,:,GDL)= R(:,:,GDL);


for i = 1:GDL
    i_str= num2str(i);
   %disp(strcat('Matriz de Transformación local A', i_str));
```

```
    A(:,:,i)=simplify([R(:,:,i) P(:,:,i); Vector_Zeros 1]);
   %pretty (A(:,:,i));

   %Globales
    try
       T(:,:,i)= T(:,:,i-1)*A(:,:,i);
    catch
       T(:,:,i)= A(:,:,i);
    end
    disp(strcat('Matriz de Transformación global T', i_str))
    T(:,:,i)= simplify(T(:,:,i))
    pretty(T(:,:,i))

    RO(:,:,i)= T(1:3,1:3,i);
    PO(:,:,i)= T(1:3,4,i);
    %pretty(RO(:,:,i));
    %pretty(PO(:,:,i));
end
```

```
Matriz de Transformación global T1
T(:,:,1) =
```

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sin(\mathrm{th}_1(t)) & \cos(\mathrm{th}_1(t)) & 0 & 0 \\ \cos(\mathrm{th}_1(t)) & -\sin(\mathrm{th}_1(t)) & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
T(:,:,2) =
```

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

```
T(:,:,3) =
```

$$\begin{pmatrix} \cos(\mathrm{th}_3(t)) & -\sin(\mathrm{th}_3(t)) & 0 & l_3\cos(\mathrm{th}_3(t)) \\ \sin(\mathrm{th}_3(t)) & \cos(\mathrm{th}_3(t)) & 0 & l_3\sin(\mathrm{th}_3(t)) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
/      0,            0,      -1,  0 \
|                                   |
| sin(th1(t)),  cos(th1(t)),  0,  0 |
|                                   |
| cos(th1(t)), -sin(th1(t)),  0, l1 |
|                                   |
\      0,            0,       0,  1 /
Matriz de Transformación global T2
T(:,:,1) =
```

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sin(\mathrm{th}_1(t)) & \cos(\mathrm{th}_1(t)) & 0 & 0 \\ \cos(\mathrm{th}_1(t)) & -\sin(\mathrm{th}_1(t)) & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
T(:,:,2) =
```

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sin(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) & \cos(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) & 0 & l_2\sin(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) \\ \cos(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) & -\sin(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) & 0 & l_1+l_2\cos(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
T(:,:,3) =
```

$$\begin{pmatrix} \cos(\mathrm{th}_3(t)) & -\sin(\mathrm{th}_3(t)) & 0 & l_3\cos(\mathrm{th}_3(t)) \\ \sin(\mathrm{th}_3(t)) & \cos(\mathrm{th}_3(t)) & 0 & l_3\sin(\mathrm{th}_3(t)) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
/           0,                     0,            -1,                0               \
|                                                                                   |
| sin(th1(t) + th2(t)),  cos(th1(t) + th2(t)),  0,    l2 sin(th1(t) + th2(t))       |
|                                                                                   |
| cos(th1(t) + th2(t)), -sin(th1(t) + th2(t)),  0, l1 + l2 cos(th1(t) + th2(t))     |
|                                                                                   |
\           0,                     0,            0,                1                /
Matriz de Transformación global T3
T(:,:,1) =
```

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sin(\mathrm{th}_1(t)) & \cos(\mathrm{th}_1(t)) & 0 & 0 \\ \cos(\mathrm{th}_1(t)) & -\sin(\mathrm{th}_1(t)) & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
T(:,:,2) =
```

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sin(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) & \cos(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) & 0 & l_2\sin(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) \\ \cos(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) & -\sin(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) & 0 & l_1+l_2\cos(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
T(:,:,3) =
```

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ \sigma_1 & \sigma_2 & 0 & l_3\,\sigma_1+l_2\sin(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) \\ \sigma_2 & -\sigma_1 & 0 & l_1+l_3\,\sigma_2+l_2\cos(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

where

$$\sigma_1 = \sin(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)+\mathrm{th}_3(t))$$

$$\sigma_2 = \cos(\mathrm{th}_1(t)+\mathrm{th}_2(t)+\mathrm{th}_3(t))$$

```
/  0,  0,  -1,                  0                  \
|                                                  |
| #1,  #2,  0,    l3 #1 + l2 sin(th1(t) + th2(t))   |
|                                                  |
| #2, -#1,  0, l1 + l3 #2 + l2 cos(th1(t) + th2(t)) |
|                                                  |
\  0,  0,   0,                  1                  /
```

```
where

   #1 == sin(th1(t) + th2(t) + th3(t))

   #2 == cos(th1(t) + th2(t) + th3(t))
```

```
%Calculamos el jacobiano lineal de forma diferencial
%disp('Jacobiano lineal obtenido de forma diferencial');
%Derivadas parciales de x respecto a th1 y th2
Jv11= functionalDerivative(PO(1,1,GDL), th1);
Jv12= functionalDerivative(PO(1,1,GDL), th2);
Jv13= functionalDerivative(PO(1,1,GDL), th3);
%Derivadas parciales de y respecto a th1 y th2
Jv21= functionalDerivative(PO(2,1,GDL), th1);
Jv22= functionalDerivative(PO(2,1,GDL), th2);
Jv23= functionalDerivative(PO(2,1,GDL), th3);
%Derivadas parciales de z respecto a th1 y th2
Jv31= functionalDerivative(PO(3,1,GDL), th1);
Jv32= functionalDerivative(PO(3,1,GDL), th2);
Jv33= functionalDerivative(PO(3,1,GDL), th3);

%Creamos la matríz del Jacobiano lineal
jv_d=simplify([Jv11 Jv12 Jv13;
              Jv21 Jv22 Jv23;
              Jv31 Jv32 Jv33]);
%pretty(jv_d);


%Calculamos el jacobiano lineal de forma analítica
Jv_a(:,GDL)=PO(:,:,GDL);
Jw_a(:,GDL)=PO(:,:,GDL);

for k= 1:GDL
    if RP(k)==0 %Casos: articulación rotacional
       %Para las juntas de revolución
        try
            Jv_a(:,k)= cross(RO(:,3,k-1), PO(:,:,GDL)-PO(:,:,k-1));
            Jw_a(:,k)= RO(:,3,k-1);
        catch
            Jv_a(:,k)= cross([0,0,1], PO(:,:,GDL));%Matriz de rotación de 0 con
respecto a 0 es la Matriz Identidad, la posición previa tambien será 0
            Jw_a(:,k)=[0,0,1];%Si no hay matriz de rotación previa se obtiene la
Matriz identidad
         end
     %Para las juntas prismáticas
     elseif RP(k)==1 %Casos: articulación prismática
%         %Para las juntas prismáticas
        try
```

```
            Jv_a(:,k)= RO(:,3,k-1);
        catch
            Jv_a(:,k)=[0,0,1];
        end
            Jw_a(:,k)=[0,0,0];
      end
 end

Jv_a= simplify (Jv_a);
Jw_a= simplify (Jw_a);
%disp('Jacobiano lineal obtenido de forma analítica');
%pretty (Jv_a);
%disp('Jacobiano ángular obtenido de forma analítica');
%pretty (Jw_a);


disp('Velocidad lineal obtenida mediante el Jacobiano lineal');
```

```
Velocidad lineal obtenida mediante el Jacobiano lineal
```

```
V=simplify (Jv_a*Qp');
pretty(V);
```

```
/                            _________                          \
|                             d                                 |
|                           - -- th1(t) #2                       |
|                             dt                                 |
|                                                               |
|  _________                                        _________   |
|   d                                                d          |
| -- th2(t) (l3 #1 + l2 cos(th1(t) + th2(t))) + l3 -- th3(t) #1 |
| dt                                               dt           |
|                                                               |
|                   _________          _________                |
|                    d                  d                       |
|                 - -- th2(t) #2 - l3 -- th3(t) #3              |
\                   dt                 dt                       /

where

   #1 == cos(th1(t) + th2(t) + th3(t))

   #2 == l3 #3 + l2 sin(th1(t) + th2(t))

   #3 == sin(th1(t) + th2(t) + th3(t))
```

```
disp('Velocidad angular obtenida mediante el Jacobiano angular');
```

```
Velocidad angular obtenida mediante el Jacobiano angular
```

```
W=simplify (Jw_a*Qp');
     pretty(W);
```

```
/    _________   _________ \
|     d           d        |
|  - -- th2(t) - -- th3(t) |
|    dt          dt        |
|                          |
```

```
|            0            |
|                         |
|        __________       |
|         d                |
|        -- th1(t)        |
\        dt               /
```