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

Declaramamos nuestras variables simbolicas que van a ser nuestra articulacion y su angulo θ_1, las longitudes l1 y l2, y el tiempo

```
%Declaración de variables simbólicas
syms th1(t) l1(t) l2(t) t a1
```

Creamos el vector de configuracion en el que indicamos que la primera articulacion es rotacional y las 2 ultimas son prismaticas

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

Creamos el vector de coordenadas articulares

```
Q= [th1, l1, l1];
%disp('Coordenadas generalizadas');
%pretty (Q);
```

Creamos el vector de velocidades generalizadas

```
Qp= diff(Q, t);
%disp('Velocidades generalizadas');
%pretty (Qp);
```

Guardamos el numero de articulaciones que tiene nuestro robot a traves del vector de configuraciones creado previamente

```
%Número de grado de libertad del robot
GDL= size(RP,2);
GDL_str= num2str(GDL);
```

Articulación 1

Creamos nuestro vector de posicion el cual esta solo esta afectado el cual va a variar tanto en X y Y porque va a girar entre esos ejes.

Tambien se crea nuestra matriz de rotacion respecto al Z ya que es sobre el cual esta girando

```
%Posición de la articulación 1 respecto a 0
P(:,:,1)= [a1*cos(th1); a1*sin(th1);0];
%Matriz de rotación de la junta 1 respecto a 0
R(:,:,1)= [cos(th1) -sin(th1)  0;
           sin(th1)  cos(th1)  0;
```

```
            0          0          1];
```

Articulación 2

En nuestro vector de posicion se agraga la longitud 1 ya que como es prismatica es la unica que implica.

En cuanto a la matriz de rotación, se considera el mismo sistema de referencia que el de la imagen, por lo cual se hace una rotacion de -90° sobre el eje X, este valor es negativo ya que Z va Y, Por lo tanto al sustirtuir el angulo en la matriz de rotacion obtenemos como resultado la siguiente matriz

```
%% Articulación 2
%Posición de la articulación 1 respecto a 0
P(:,:,2)= [0; l1; 0];
%Matriz de rotación de la junta 1 respecto a 0.... -90º
R(:,:,2)= [1 0 0;
           0 0 1;
           0 -1 0];
```

Articulación 3

Se crea nuestro vector de posicion donde unicamente interviene la longitud de nuestra tercera articulacion.

Por ultimo, para nuestra ultima matriz de rotacion solo usamos la matriz identidad.

```
%% Articulación 3
%Posición de la articulación 2 respecto a 1
P(:,:,3)= [0; 0; l2];
%Matriz de rotación de la junta 2 respecto a 1
R(:,:,3)= [1 0 0;
           0 1 0;
           0 0 1];
%%
%Creamos un vector de ceros
Vector_Zeros= zeros(1, 3);
```

Como siguiente paso Inicializamos nuestras matrices de transformacion homogenas tanto locales como globales, las posiciones ya las rotaciones desde el marco de referencia inercial

```
A(:,:,GDL)=simplify([R(:,:,GDL) P(:,:,GDL); Vector_Zeros 1]);
T(:,:,GDL)=simplify([R(:,:,GDL) P(:,:,GDL); Vector_Zeros 1]);
PO(:,:,GDL)= P(:,:,GDL);
RO(:,:,GDL)= R(:,:,GDL);
```

Continuamos calculando nuestra matriz de transfomacion global

```
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
/ cos(th1(t)), -sin(th1(t)), 0, a1 cos(th1(t)) \
|                                               |
| sin(th1(t)),  cos(th1(t)), 0, a1 sin(th1(t)) |
|                                               |
|      0,            0,      1,        0        |
|                                               |
\      0,            0,      0,        1        /
Matriz de Transformación global T2
/ cos(th1(t)),  0, -sin(th1(t)), a1 cos(th1(t)) - sin(th1(t)) l1(t) \
|                                                                   |
| sin(th1(t)),  0,  cos(th1(t)), a1 sin(th1(t)) + cos(th1(t)) l1(t) |
|                                                                   |
|      0,      -1,       0,                      0                  |
|                                                                   |
\      0,       0,       0,                      1                  /
Matriz de Transformación global T3
/ cos(th1(t)),  0, -sin(th1(t)), a1 cos(th1(t)) - sin(th1(t)) l1(t) - sin(th1(t)) l2(t) \
|                                                                                       |
| sin(th1(t)),  0,  cos(th1(t)), a1 sin(th1(t)) + cos(th1(t)) l1(t) + cos(th1(t)) l2(t) |
|                                                                                       |
|      0,      -1,       0,                            0                                |
|                                                                                       |
\      0,       0,       0,                            1                                /
```

```
%%
```

Se calcula el jacobiano lineal de manera diferencial esto usando las derivadas parciales.

```
%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), l1);
Jv13= functionalDerivative(PO(1,1,GDL), l2);
%Derivadas parciales de y respecto a th1 y th2
Jv21= functionalDerivative(PO(2,1,GDL), th1);
```

```
Jv22= functionalDerivative(PO(2,1,GDL), l1);
Jv23= functionalDerivative(PO(2,1,GDL), l2);
%Derivadas parciales de z respecto a th1 y th2
Jv31= functionalDerivative(PO(3,1,GDL), th1);
Jv32= functionalDerivative(PO(3,1,GDL), l1);
Jv33= functionalDerivative(PO(3,1,GDL), l2);
```

Construimos nuesta matriz del Jacobiano lineal a traves de las jacobianos lineales que se obtivieron anteriormente.

```
jv_d=simplify([Jv11 Jv12 Jv13;
               Jv21 Jv22 Jv23;
               Jv31 Jv32 Jv33]);
%pretty(jv_d);
```

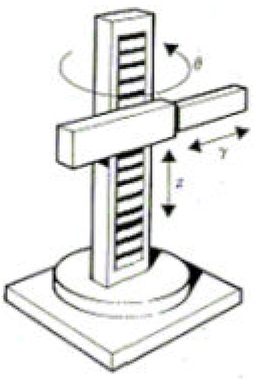
Calculamos el jacobiano lineal y angular de forma analítica

```
Jv_a(:,GDL)=PO(:,:,GDL);
Jw_a(:,GDL)=PO(:,:,GDL);

 %%
for k= 1:GDL
    if RP(k)==0
       %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 respect
            Jw_a(:,k)=[0,0,1];%Si no hay matriz de rotación previa se obtiene la Matriz
         end
     else
%          %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);
```

Velocidad lineal obtenida mediante el Jacobiano lineal



Al usar el mismo sistema de referencia, podemos notar que:

En X, debido a la rotacion de la primera articulacion va haber un punto en el que quede sobre el mismo eje, por tanto las demas articulaciones van a moverse tambien sobre X y va a haber una velociadad lineal

En Y, como ya se muestra en la imagen, en este eje implican las tres articulaciones, debido a que la primera llego a un punto en el cual la segunda y tercera articualcion se muven sobre Y.

Por ultimo, en el **eje Z** solo se desplaza la segunda articulacion (l1), la cual aunque haya una rotacion por parte de la primera articulacion, esta solo se va a mover en todo momento sobre Z

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

```
/ - #2 (a1 sin(th1(t)) + cos(th1(t)) l1(t) + cos(th1(t)) l2(t)) - #1 sin(th1(t)) \
|                                                                                 |
|  #1 cos(th1(t)) - #2 (sin(th1(t)) l1(t) - a1 cos(th1(t)) + sin(th1(t)) l2(t))  |
|                                                                                 |
\                                       #1                                        /

where

         ________
          d
   #1 == -- l1(t)
         dt

         _________
          d
   #2 == -- th1(t)
         dt
```

Velocidad angular obtenida mediante el Jacobiano angular

Como resutado podemos ver que solo hay velocidad angular en el eje z, lo cual es logico ya que es el unico eje sobre el cual hay una rotacion y esta pertenece a la de la primera articulacion.

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

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