

# FUNDAMENTOS DE ROBOTICA INDUSTRIAL

## "PROGRAMACION BASICA DE TRAYECTORIAS"



TCP ROBOTICS

I4.0 SOLUTIONS

# Fundamentos de Robótica Industrial Sesión 2

## “Programación Básica de Trayectorias”

### Manipulación básica y configuración de posiciones

Como ya revisamos anteriormente programar un robot consiste en indicar paso a paso las diferentes acciones ( moverse a un punto, activar o desactivar el actuador, etc. ) que este deberá realizar durante su funcionamiento.

Siendo la función principal de un robot la de generar distintos movimientos durante la realización del proceso industrial.

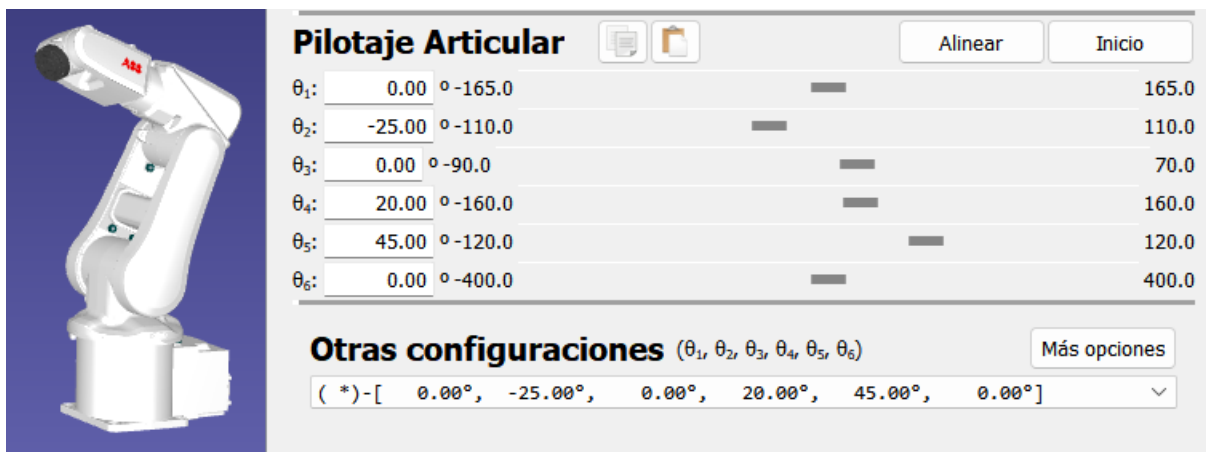
Un movimiento estará compuesto principalmente por dos posiciones, un punto inicial y un punto final. Como programadores necesitaremos configurar las posiciones objetivo a las cuales deseamos que se traslade nuestro robot para después configurar el tipo de movimiento que se realizará para llegar a dichas posiciones.

Para configurar un objetivo en el controlador de nuestro robot es necesario posicionar nuestro robot en la posición correspondiente, de esta manera el robot podrá registrar la posición de sus articulaciones.

Podremos manipular la posición de nuestro robot de 2 maneras: Utilizando un **pilotaje Articular** o un **pilotaje Cartesiano**.

#### - Pilotaje Articular:

Utilizando el pilotaje articular se nos permite modificar la posición de cada una de las articulaciones de nuestro robot de manera individual.



Articulación	Posición Actual	Rango	Valor Objetivo
$\theta_1$	0.00	° -165.0	165.0
$\theta_2$	-25.00	° -110.0	110.0
$\theta_3$	0.00	° -90.0	70.0
$\theta_4$	20.00	° -160.0	160.0
$\theta_5$	45.00	° -120.0	120.0
$\theta_6$	0.00	° -400.0	400.0

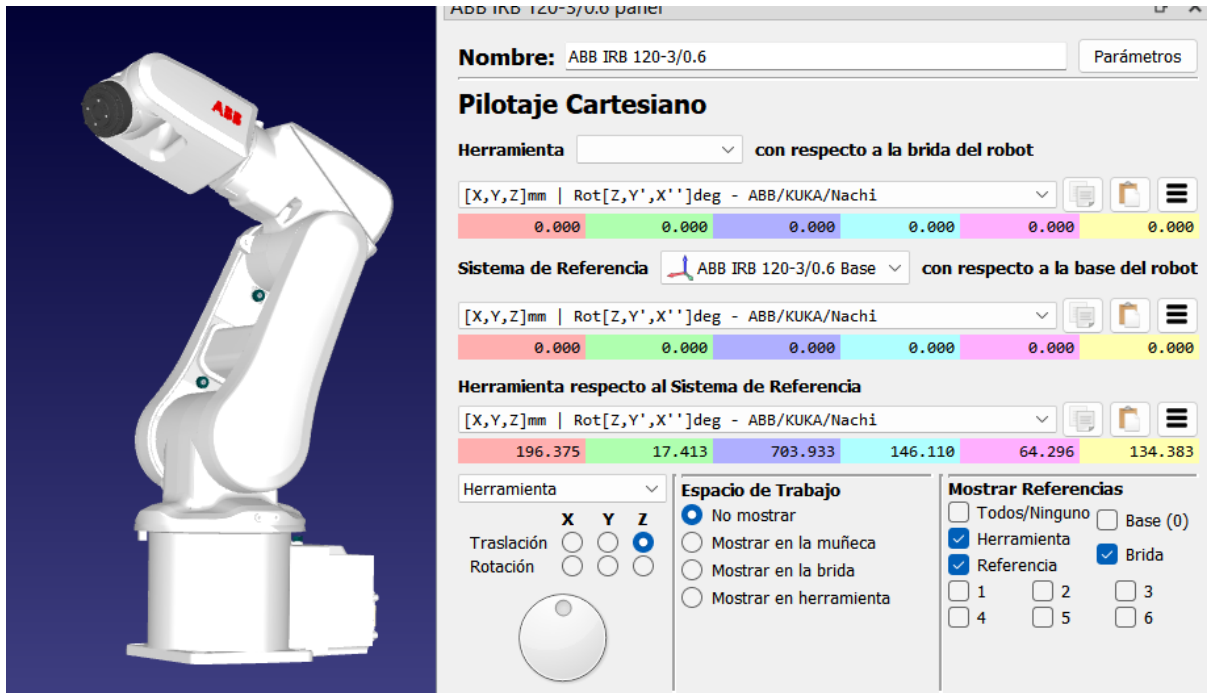
**Otras configuraciones** ( $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6$ ) Más opciones

( \*)-[ 0.00°, -25.00°, 0.00°, 20.00°, 45.00°, 0.00° ]

## - Pilotaje Cartesiano:

El **pilotaje Cartesiano** nos permite modificar la **posición** y la **orientación** de la herramienta de nuestro robot.

Se modifica la **posición** en **X,Y** y **Z** de nuestra herramienta con un movimiento de traslación (**lineal**), este movimiento se puede realizar con respecto a la orientación del **sistema cartesiano de la base del robot ( World )** o con respecto a la orientación del **sistema cartesiano de la herramienta de nuestro Robot ( Tool )**.



Realizando un movimiento de **traslación** con respecto al **modo World**, da resultado a un **movimiento absoluto**, en este modo la posición se define como la distancia que existe del origen de la estación a la herramienta del robot.

Realizando un movimiento de **traslación** con respecto al modo tool, da resultado a un **movimiento relativo**, la posición inicial siempre será 0, todo cambio en la posición será a partir de la posición actual de la herramienta del robot

Hay que recordar que una posición no solo está compuesta por el valor de las **coordenadas X,Y o Z**, sino que también influye la **orientación** de la herramienta.

La **orientación** se mide en las variables **RX, RY y RZ**, estos valores se modifican con un **movimiento de rotación**, a diferencia de los movimientos de traslación, nuestro robot no cambia de posición, pareciera que si lo hace, pero lo que sucede es que las articulaciones de nuestro robot sincronizan su movimiento de manera que la herramienta de nuestro robot cambie la orientación en la que se encuentra en una posición sin cambiar del punto objetivo en ningún momento.

Este cambio de orientación también se puede realizar de manera **absoluta o relativa**, con respecto al **modo World o Modo Tool**.

De esta manera podremos modificar la posición de nuestro robot.

Cada posición estará compuesta por 6 coordenadas: 3 coordenadas cartesianas ( $x,y,z$ ) y 3 coordenadas polares ( $rx,ry,rz$ ).

Estas coordenadas como comentamos anteriormente, definen la posición de la herramienta de nuestro robot con respecto al sistema de referencia activo, ya sea el sistema de la base del robot, de la herramienta o un sistema de referencia configurado en el entorno del robot.

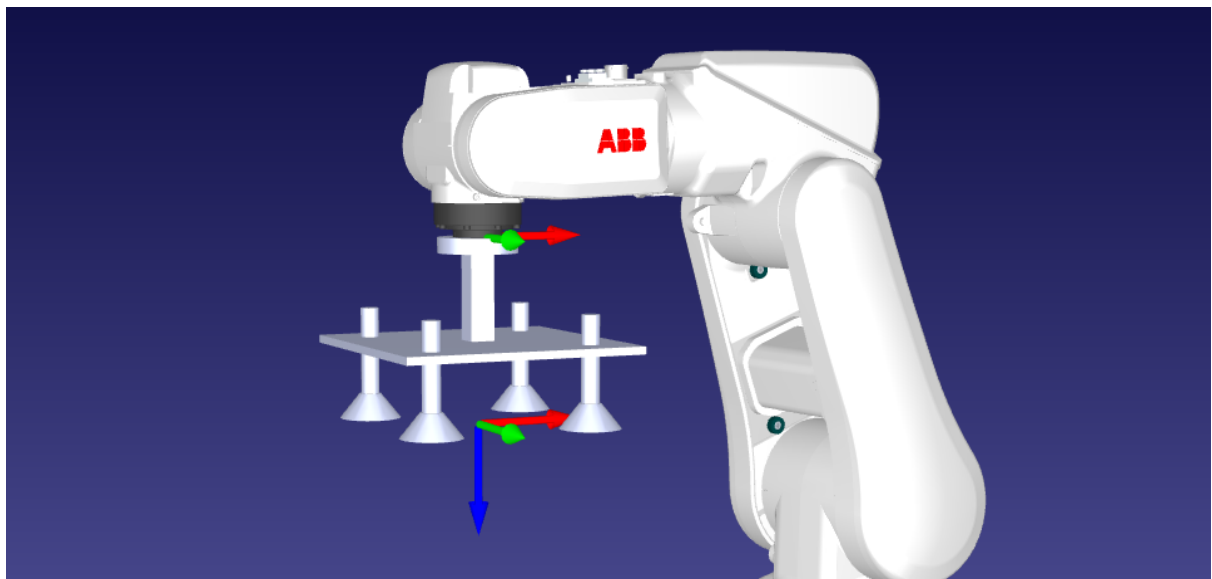
Además a esto se necesitará configurar la **herramienta Activa del robot o el TCP**.

El **tcp** también llamado el punto central de la herramienta, es el punto utilizado para el posicionamiento de nuestro robot en cualquier programa que implique objetivos definidos en el espacio cartesiano.

Es la distancia que existe desde la **brida de montaje del robot** el punto en el que interactúa la herramienta con el entorno del robot.

Por ejemplo, si montamos un gripper a nuestro robot, el tcp estará definido al centro del punto de agarre de sus dedos, si montamos un atornillador, el tcp está definido en el punto donde el atornillador hace contacto con el tornillo.

Este parámetro le permite al robot ajustar sus movimientos, así como el torque de sus articulaciones, pudiendo de esta manera adaptarse a las dimensiones y al peso de la herramienta del robot.



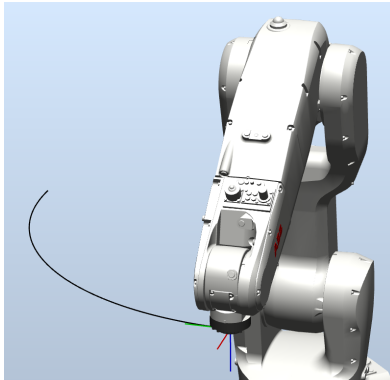
## Configurando Movimientos en un robot industrial

Después de haber configurado las posiciones y sistemas de referencia necesarios para la aplicación, el siguiente paso a seguir será definir los movimientos y trayectorias que seguirá nuestro robot.

Una trayectoria está compuesta por instrucciones de movimiento, a su vez un movimiento en robótica industrial está compuesto de la siguiente manera:

**Instrucción de movimiento =  
Tipo de movimiento( posición{X,Y,Z,RX,RY,RZ}, Velocidad, Radio de transición,  
Herramienta (TCP), Sistema de referencia )**

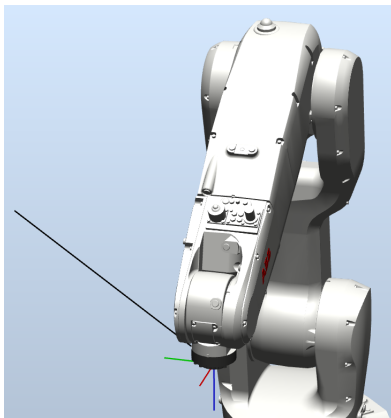
El primer elemento a definir es el tipo de movimiento, contaremos con 3 tipos de movimientos:



### - Movimiento Articulado ( MoveJ ):

El **MoveJ** es un movimiento articular, es utilizado para mover el robot de manera rápida de un punto a otro cuando la trayectoria no tiene que ser una línea recta.

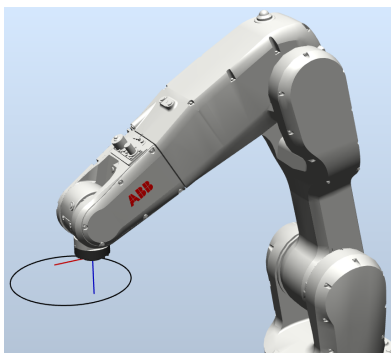
El robot así como cualquier eje externo, se mueven a la posición objetivo a lo largo de una trayectoria no lineal. Todos los Ejes llegan al punto objetivo al mismo tiempo.



### - Movimiento Lineal ( MoveL ):

El **MoveL** se usa para mover el punto central de la herramienta (TCP) linealmente a un destino determinado.

Cuando el **TCP** debe permanecer estacionario, entonces esta instrucción también se puede usar para orientar la herramienta.



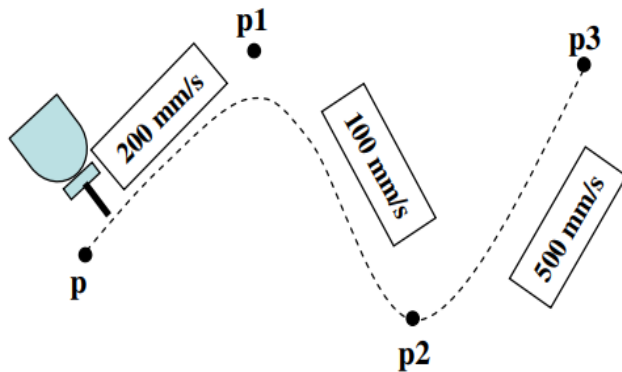
### - Movimiento Circular ( MoveC ):

El **MoveC** se utiliza para mover el punto central de la herramienta (**TCP**) circularmente a un destino determinado.

Durante el movimiento la orientación normalmente permanece sin cambios en relación con el círculo.

El **segundo elemento** a definir es la **Velocidad** del movimiento, especifica la velocidad del robot y se mide en milímetros por segundo ( mm/s).

El **tercer elemento** es el **radio de transición**, es la exactitud de redondeo utilizada para suavizar los bordes entre movimientos consecutivos.



```
MoveL p1, v200, z10, herram1
MoveL p2, v100, fine, herram1
MoveJ p3, v500, fine, herram1
```

Sin un **valor de redondeo**, el robot alcanza la velocidad de 0 al final de cada movimiento

esto provocará altas aceleraciones y cambios rápidos de velocidad para asegurar la mejor precisión para cada movimiento

Un **radio de redondeo** alto asegurara una velocidad constante a través de la trayectoria del robot a cambio de perder precisión en los bordes de la trayectoria.

Dependiendo de cada aplicación, es común encontrar un buen compromiso entre la precisión y una velocidad suave.

El **cuarto elemento** es el **Tool ( TCP )**, es la herramienta activa que está utilizando el robot al momento de ejecutar la aplicación.

El **quinto elemento** es el **Sistema de referencia**, es utilizado para definir todos los movimientos del robot, la trayectoria que seguirá un robot está dada por posiciones relacionadas a un **sistema de referencia**.

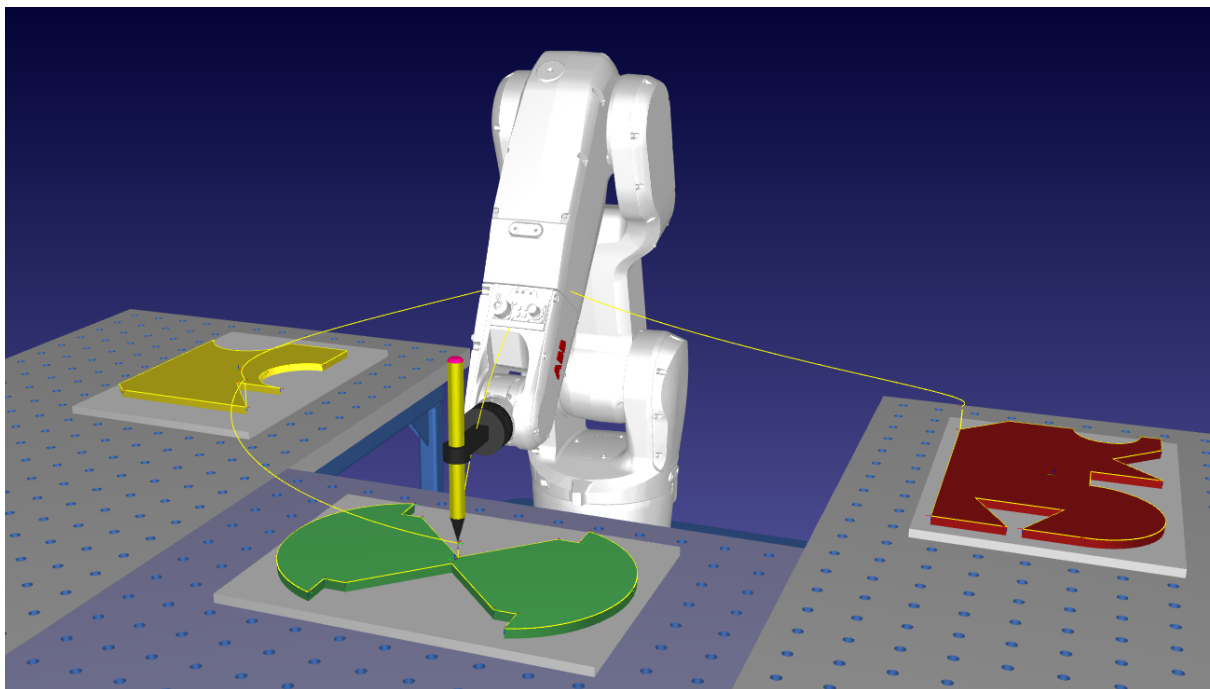
## Práctica. “Programación Básica de trayectorias”

En esta práctica estaremos aplicando los conceptos de MoveJ, MoveL, MoveC para generar distintas trayectorias en un robot industrial, contaremos con un robot ABB IRB 1200 el cual contará con una herramienta con un lápiz.

El robot deberá encargarse de llevar el lápiz alrededor del contorno de la figura, nos apoyaremos del croquis de cada una de las piezas para obtener las posiciones a definir en el controlador del robot.

Con esta práctica revisaremos los siguientes conceptos:

- Configuración de Posiciones
- Tipos de movimientos
- Movimientos absolutos y relativos con sistemas de referencia
- Configuración de Herramientas
- Funciones de programación básica en un robot industrial
- Subprogramas



## Construyendo la estación

Para construir nuestra estación necesitaremos agregar los siguientes elementos:

- **Archivos CAD**
  - Mesa 1
  - Mesa 2
  - Mesa 3
  - Mesa 4
  - Mesa 5
  - Trayectoria 1
  - Trayectoria 2
  - Trayectoria 3
- **Sistemas de referencia**
  - Ref\_Pedestal1
  - Ref\_Pieza Amarilla
  - Ref\_PiezaVerde
  - Ref\_PiezaRoja
  - ABB IRB Base A
- **Subprogramas**
  - Ir a Home
  - Trayectoria\_PiezaAmarilla
  - Trayectoria\_PiezaRoja
  - Trayectoria\_PiezaVerde
- **Mecanismos**
  - ABB IRB 1200
- **TCPs**
  - Tool Lápiz

En los complementos del documento podrán encontrar las posiciones y orientaciones de los objetos enlistados anteriormente

Después de haber configurado la posición de cada uno de los elementos enlistados anteriormente crearemos un controlador virtual para iniciar la configuración de posiciones y trayectorias.

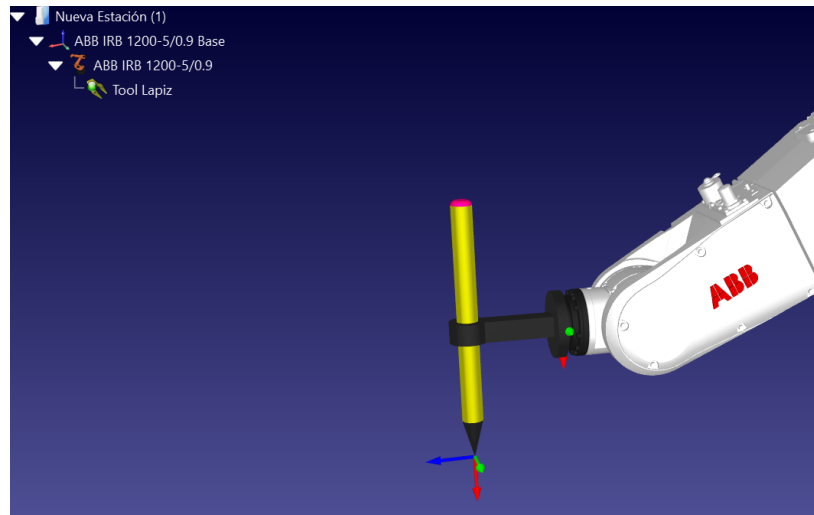


## Configurando la herramienta

Para este ejercicio utilizaremos una herramienta empujando un lápiz a nuestro robot, necesitaremos configurar el tcp correspondiente.

Para configurar esta herramienta lo que haremos será posicionarla sobre la brida de montaje del robot, haciendo clic derecho sostenido sobre la pieza y soltandola sobre el mecanismo de nuestro robot en el árbol de propiedades.

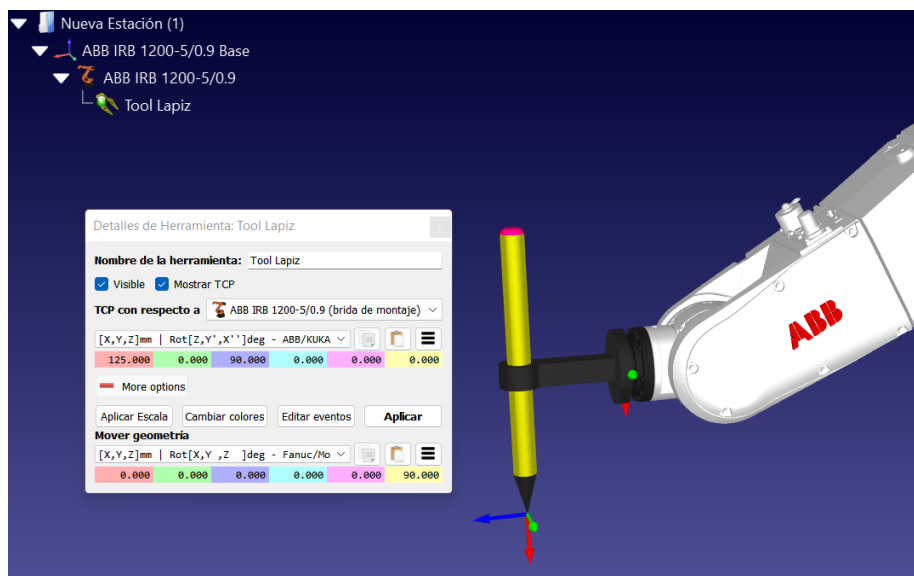
La herramienta se debe mostrar anidada dentro del robot, como se muestra en la imagen



Después de haber configurado la posición de la herramienta de manera correcta, lo que haremos será hacer doble clic en la herramienta para abrir los detalles del elemento.

En esta ventana podremos configurar la posición del TCP (Sistema de referencia) y la geometría de la pieza (Posición de la herramienta).

Configuraremos los elementos de la siguiente manera:



## Generando Posiciones y trayectorias

Después de haber configurado correctamente la estación de nuestro robot, podremos proceder a configurar Objetivos y trayectorias.

Iniciaremos con la figura color Verde, necesitaremos registrar la posición de cada una de sus aristas.

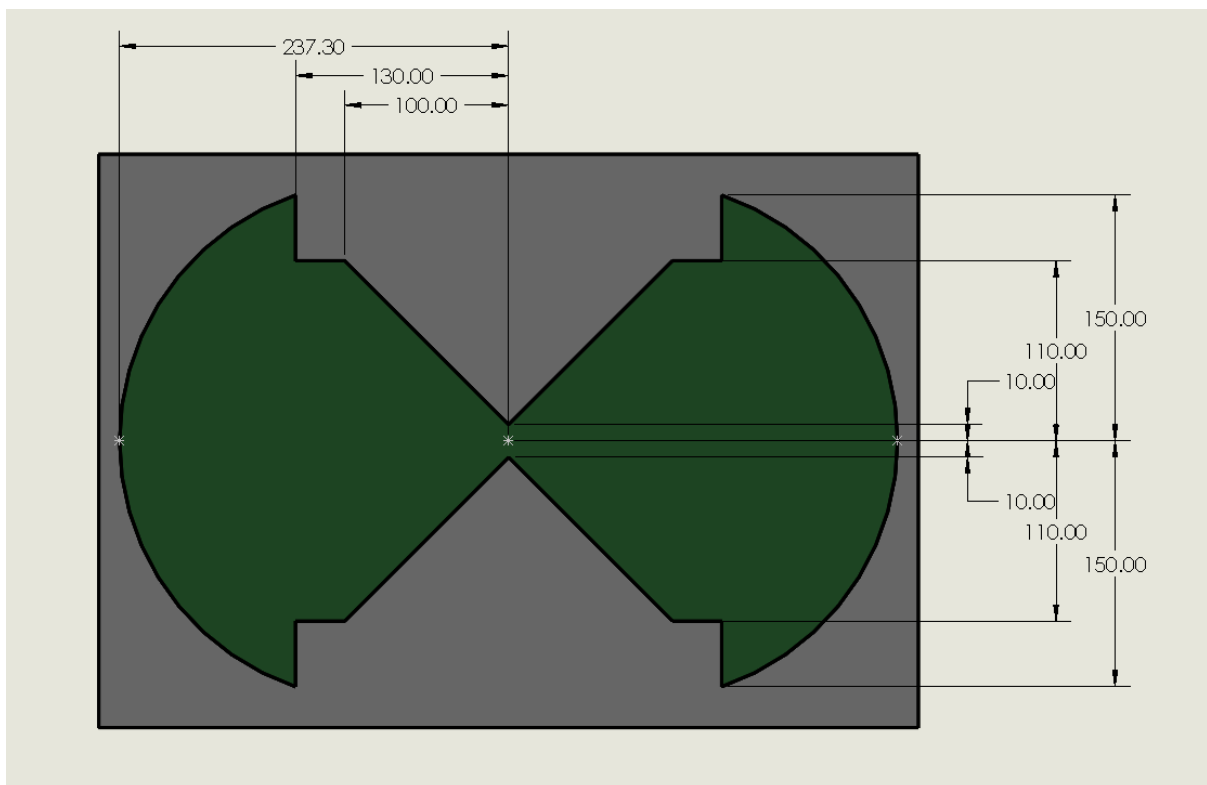
Para esto vamos a configurar las posiciones de manera distinta a lo visto en las sesiones anteriores.

Anteriormente las posiciones se han registrado como la distancia de la base a la herramienta del robot.

Esto representa un movimiento absoluto lo cual nos hace más complicado el adaptar las coordenadas de la pieza al punto de origen de la base del robot.

Para simplificar el proceso utilizaremos un sistema de referencia, que nos permitirá colocar un punto de origen dentro de la estación, lo cual representará un movimiento relativo ya que la posición del robot será definida como la distancia que se tendrá del sistema de referencia activo a la herramienta del robot.

Para la pieza verde, su sistema de referencia se encontrará al centro de la pieza. siguiendo el croquis de la pieza, definiremos cada uno de los puntos en las aristas de la figura.



Nos daremos cuenta que la pieza cuenta con dos arcos, uno a cada lado, hasta el momento hemos revisado dos tipos de movimientos, el moveJ y el MoveL y aunque el

MoveJ nos permite generar una trayectoria libre, será complicado seguir esta trayectoria completamente curva, no es imposible pero se necesita generar múltiples puntos de paso para seguir con precisión esta trayectoria.

Para este tipo de trayectorias contamos con el MoveC, que nos permite generar movimientos de tipo curvos, definiendo solo 3 posiciones, a diferencia de un MoveJ o un MoveL que necesitan 2 posiciones, el MoveC necesita un punto de inicio, un punto intermedio que define el radio y un punto final.

Este movimiento se mide con una velocidad de metros por segundo al igual que el moveL.

Sabiendo esto, tendremos que agregar los radios de las dos circunferencias a la lista de objetivos.

## Programando nuestro Robot

Después de haber definido los objetivos en nuestra pieza, lo que realizaremos será definir la trayectoria de nuestro robot.

Para este ejemplo Definiremos 2 programas:

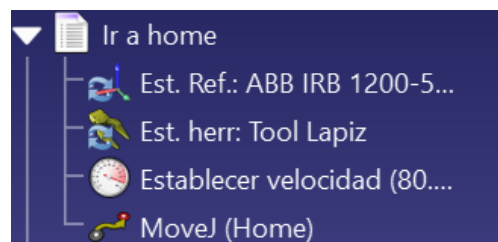
- Ir a Home
- Trayectoria Pieza Verde

En el programa Ir a Home configuraremos un MoveJ a la posición de inicio.

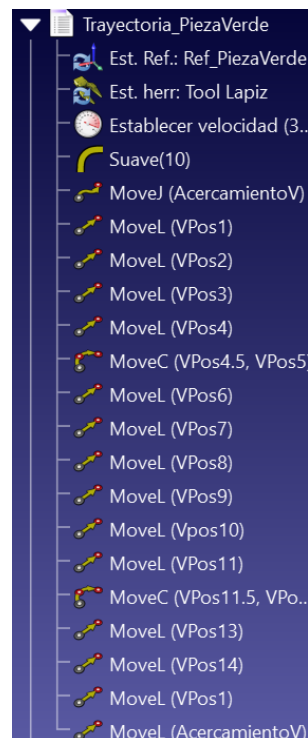
Para esto recordaremos que un movimiento está compuesto de la siguiente manera

**Instrucción de movimiento =**  
**Tipo de movimiento( posición{X,Y,Z,RX,RY,RZ},Velocidad,Radio de transición,**  
**Herramienta (TCP), Sistema de referencia )**

Por lo tanto en el programa ir a home enlistamos las instrucciones de la siguiente manera



En el programa **Trayectoria Pieza verde** definiremos nuestras instrucciones de la siguiente manera.



Iniciaremos configurando los parámetros iniciales (Sistema de referencia y TCP), lo siguiente será configurar la velocidad de los movimientos, en RoboDK, la velocidad que configuremos en la instrucción se aplicará a todos los movimientos siguientes.

Por último, Configuraremos los movimientos a las posiciones correspondientes para definir el contorno de la Pieza

Estos dos programas que configuramos anteriormente los estaremos llamando en un programa llamado main, donde servirán como subprogramas.

Con esto ejecutamos nuestro programa Main y verificamos que la trayectoria se esté realizando correctamente.

# FUNDAMENTOS DE ROBOTICA INDUSTRIAL

## COMPLEMENTOS



TCP ROBOTICS

I4.0 SOLUTIONS

ROBOT A						
Posicion	Sistema de referencia: ABB IRB Base A					
Home	A1	A2	A3	A4	A5	A6
	0	-45	45	0	0	90

Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A1	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-175	-125	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A2	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-175	125	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A3	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-150	150	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A4	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	150	150	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A4.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	103.51	62.7	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	180	0	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A6	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	180	-125	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A7	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	85	-125	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A7.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	10	-50	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A8	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-65	-125	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
A9	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-65	-35	0	-90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAmarilla					
Acercamiento_A	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-175	-125	50	-90	0	180

Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R1	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	154	149	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R2	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	224	79.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R3	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	224	-19.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R3.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	174	-69.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R4	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	224.6	-119.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	224.6	-149.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R6	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	170.4	-149.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R7	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	182.9	-79.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R8	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	35.4	-149.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R9	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	35.4	-50.4	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R10	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-24.6	-50.4	0	90	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R10.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-124.6	-150.4	0	90	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R11	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-224.6	-50.4	0	90	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R12	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-224.6	29.6	0	90	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R13	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-134.6	-20.4	0	90	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R14	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-134.6	99.6	0	90	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R15	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-224.6	49.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
R16	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-224.6	149.6	0	90	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaRoja					
Acercamiento_R	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	154.6	149.6	40	90	0	-180



Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V1	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	10	0	0	0	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V2	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	110	100	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V3	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	110	130	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V4	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	150	130	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V4.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	0	237.3	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-150	130	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V6	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-110	130	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V7	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-110	100	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V8	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-10	0	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V9	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-110	-100	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V10	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-110	-130	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V11	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-150	-130	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V11.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	0	-237.3	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V12	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	150	-130	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V13	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	110	-130	0	0	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
V14	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	110	-100	0	0	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AcercamientoV	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	10	0	20	0	0	-180

ROBOT B						
Posicion	Sistema de referencia: ABB IRB Base B					
Home	A1	A2	A3	A4	A5	A6
	0	-45	45	0	0	90

Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaAzul					
Az1	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	125	75	25.4	-180	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ1.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	200	0	25.4	-180	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ2	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	125	-75	25.4	-180	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ2.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	89.64	-89.64	25.4	-180	0	180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ3	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	75	-125	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ3.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	0	-200	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ4	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-75	-125	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ4.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-89.64	-89.64	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-125	-75	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ5.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-200	0	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ6	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-125	75	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ6.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-89.64	89.64	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ7	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	-75	125	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ7.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	0	200	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ8	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	75	125	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
AZ8.5	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	89.64	89.64	25.4	-180	0	-180
Posicion	Sistema de referencia: Ref_PiezaVerde					
Acercamiento_AZ	X	Y	Z	RX	RY	RZ
	125	75	50	-180	0	-180

Objetos CAD						
# de componente	Referencia	CAD: Mesa 1				
1	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RZ
		0	0	0	0	0
# de componente	Referencia	CAD: Mesa 2				
2	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RZ
		700	800	0	0	0
# de componente	Referencia	CAD: Mesa 3				
3	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RZ
		700	-800	0	0	0
# de componente	Referencia	CAD: Mesa 4				
4	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RZ
		-700	800	0	0	0
# de componente	Referencia	CAD: Mesa 5				
5	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RZ
		-700	-800	0	0	0
# de componente	Referencia	CAD : Pedestal 1				
6	Posicion con respecto al sistema de referencia pedestal 1	X	Y	Z	RX	RZ
		0	0	0	0	0
# de componente	Referencia	CAD: Pedestal 2				
7	Posicion con respecto al sistema de referencia pedestal 2	X	Y	Z	RX	RZ
		0	0	0	0	0
# de componente	Referencia	CAD: Pieza_Trayectoria 1				
8	Posicion con respecto al sistema de referencia Ref_PiezaAmarilla	X	Y	Z	RX	RZ
		0	0	-25.4	90	0
# de componente	Referencia	CAD: Pieza_Trayectoria 2				
9	Posicion con respecto al sistema de referencia Ref_PiezaRoja	X	Y	Z	RX	RZ
		0	0	-25.4	0	180
# de componente	Referencia	CAD: Pieza_Trayectoria 3				
10	Posicion con respecto al sistema de referencia Ref_PiezaVerde	X	Y	Z	RX	RZ
		0	0	-25.4	0	90
# de componente	Referencia	CAD: Pieza_Trayectoria 4				
11	Posicion con respecto al sistema de referencia Ref_PiezaAzul	X	Y	Z	RX	RZ
		-60	0	0	0	0

Sistemas de referencia							
# de componente	Referencia	Ref_Pedestal1					
13	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		-700	0	-800	90	0	0
# de componente	Referencia	Ref_Pedestal2					
14	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		1400	0	-800	-90	0	0
# de componente	Referencia	Ref_PiezaAzul					
15	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		-60	0	25.4	0	0	0
# de componente	Referencia	Ref_PiezaAmarilla					
16	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		1400	700	25.4	0	0	0
# de componente	Referencia	Ref_PiezaRoja					
17	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		1400	-700	25.4	0	0	0
# de componente	Referencia	Ref_PiezaVerde					
18	Posicion con respecto al origen de la estacion	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		800	0	25.4	0	0	0
# de componente	Referencia	ABB IRB BASE B					
19	Posicion con respecto al objeto Pedestal1	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		0	0	500	-90	0	0
# de componente	Referencia	ABB IRB BASE A					
20	Posicion con respecto al objeto Pedestal2	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		0	0	500	-90	0	0

Mecanismos							
# de componente	Referencia	ABB IRB 1200 B					
21	Posicion con respecto al sistema de referencia ABB IRB BASE B	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		0	0	0	0	0	0
# de componente	Referencia	ABB IRB 1200 A					
22	Posicion con respecto al sistema de referencia ABB IRB BASE A	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		0	0	0	0	0	0

TCP							
# de componente	Referencia	Tool Lapiz B					
23	Posicion con respecto a la brida de montaje del robot B	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		0	-125	90	-90	90	0
# de componente	Referencia	Tool Lapiz A					
24	Posicion con respecto a la brida de montaje del robot A	X	Y	Z	RX	RY	RZ
		0	-125	90	-90	90	0

