

Tutorial de Roboguide I

Conceptos básicos. Ejercicio simple de apilado

Marzo de 2022

Universidad de Jaén

Ángel Gaspar González Rodríguez

1 Objetivos

Con este documento se persigue iniciar al alumno en la aplicación de simulación Roboguide, persiguiendo los siguientes objetivos:

1. Crear un espacio de trabajo
2. Definir un robot y su herramienta
3. Realizar movimientos con el robot simulando la acción sobre la consola de programación (Teach pendant) y aprovechando utilidades propias de esta aplicación.
4. Programar el robot, utilizando las dos herramientas básicas que existen para ello
5. Trabajar con registros de posición utilizados como posturas de un robot.
6. Trabajar con registros de posición utilizados como offset.
7. Realizar movimientos con el robot simulando la acción sobre la consola de programación (Teach pendant) y aprovechando utilidades propias de esta aplicación.

2 Creación y definición de una célula de trabajo

En esta sección se llevarán a cabo parte de los anteriormente citados objetivos 1 y 2. En primer lugar se creará una célula de trabajo, asociada al proyecto que a continuación iniciaremos. Durante su creación, se especificará el robot a utilizar, y su herramienta. Posteriormente, se definirán las zonas o zonas fijas (*fixtures*) de que se compone la célula, y finalmente se seleccionará el objeto o parte móvil (*parts*) que será manipulada. Básicamente existen dos menús emergentes desde donde se accederán a la mayoría de las funcionalidades.

- La primera es Cell Browser, que es un explorador de proyecto que aparece por defecto a la izquierda de la ventana. Puede ocultarse o mostrarse en View → Cell Browser.
- La segunda ventana es el Process Navigator y aparece al seleccionar View→Navigator.

2.1 Creación de la célula de trabajo

En **Process Navigator** (View→Navigator), elegir **Start New Cell**, elegir un nombre para la célula y dar a todas las opciones por defecto hasta finalizar.

Detalles a observar sobre el Zoom, desplazamiento y cambio del ángulo de vista:

- Girando la rueda central se hace zoom out y zoom in.
- Pulsando la rueda central y moviendo el ratón se desplaza el centro de la imagen
- Pulsando el botón derecho y moviendo el ratón se cambia el ángulo de vista.

- También existen en la barra de menú una serie de botones para zoom, centrado y cambio de la vista.

2.2 Desplazando la base del robot

Nota: No es necesario realizar las acciones que se indican a continuación en este subapartado. Se trata únicamente de información de utilidad en caso de diseñar células al margen de esta práctica. En general, las indicaciones informativas se mostrarán en color más claro

A continuación se listan una serie de detalles sobre cómo desplazar la base del robot y girarlo en su conjunto

- Hacer click sobre la base del robot y aparecerá un sistema cartesiano en verde, lo que significa que puede desplazarse u orientarse.
- Al pasar el ratón sobre el sistema cartesiano, aparecerá X, Y o Z. En este momento, al hacer click izquierdo se podrá desplazar la base según dicho eje cartesiano.
- Del mismo modo, si al aparecer X, Y o Z, se pulsa Shift y click izquierdo, se podrá rotar según el eje seleccionado.

También es posible realizar esta misma acción de la siguiente forma:

- Process Navigator → Edit Robot Properties
- Cell Browser → Robot Controllers → y el robot recién creado. Pulsar el botón derecho, y seleccionar Properties. En Location, se tiene opción a elegir la posición y orientación tal como se ha hecho anteriormente.

Tras elegir la ubicación apropiada, habilitar "Lock All Location Values", lo que torna el sistema cartesiano a color rojo.

2.3 Selección de la herramienta

A continuación se muestran los pasos para establecer y configurar la herramienta, tanto en su estado de abierto, como de cerrado

2.3.1 Estado abierto

1. Seleccionar Process Navigator → **Edit End of Arm Tooling** (EOAT)
2. En nombre, escribir Garra. Pulsar el botón de la derecha donde aparece el icono de un robot, y seleccionar la carpeta *EOATs* → *grippers*.
3. Seleccionar 36005f-200.igs y pulsar Apply.
4. La garra seleccionada es demasiado grande, por lo que conviene reducir sus dimensiones aplicando una escalado de **0.5 en X, Y, Z**.
5. Para modificar la orientación de la garra, cambiar el ángulo yaw **W a 270°**.

En esta situación el TCP se sitúa justamente en la muñeca. Sin embargo, debería situarse en el punto en que la garra suele asir la pieza. Esta posición se encuentra 500mm desplazada de la muñeca, en la dirección z. Por tanto,

6. en la pestaña **UTOOL**, se indicará **500mm valor en el eje z**, y 0 en los demás.
7. Al pulsar Apply, se observa cómo una esfera verde, indicativa del TCP, se desplaza dicha cantidad.

2.3.2 Estado cerrado

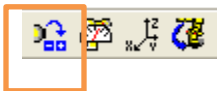
8. En la ventana de **Simulation**, seleccionar la operación de manipulación, es decir Function→Material Handling-Clamp.
9. A continuación, se abre la imagen CAD que corresponde a la garra en su posición cerrada. Para ello, se busca dicha imagen la carpeta *grippers* y se selecciona: 36005f-200-3.igs (o tal vez 36005f200-4.igs si se desea una garra más cerrada).
10. Pulsar **Apply** y cambiar entre estado abierto y cerrado.
11. Para no variar accidentalmente esta configuración se selecciona General→Lock All Location Values.
12. Tras esto, pulsar OK para cerrar.

2.4 Actuando sobre las articulaciones del robot sin Teach Pendant

Ahora se puede mover todas las articulaciones del robot, tanto para su posicionamiento, como para su orientación.

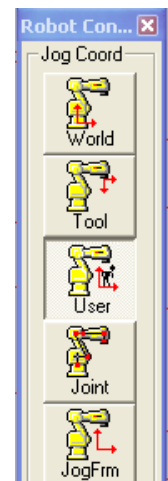
Para utilizar los distintos sistemas coordenados de referencia

- Habilitar **View→Quick Bars→Jog Coordinates**, o bien



- Se pueden habilitar diferentes sistemas de referencia. A menos que se haya especificado lo contrario, World y User coinciden; y también coinciden Tool y Joint.

Se puede mover y orientar el extremo de la muñeca de acuerdo a los mismos modos de movimiento explicados anteriormente para la base del robot. Para esto, ha de visualizarse un sistema cartesiano en verde en el extremo de la herramienta.



Para realizar movimientos de orientación, es preferible realizarlos habiendo seleccionado Tool.

2.5 Moviendo el robot con Teach Pendant

De igual forma que con el robot real, se puede utilizar la *Teach pendant* simulada para realizar y visualizar movimientos del robot.

Para realizar cualquier movimiento o registrar (record) una posición es preciso habilitar la consola (ponerla a **ON**), y pulsar **Shift**.

Antes de pulsar Shift, pulsar COORD y seleccionar JOINT. A continuación, elevar la velocidad en % hasta 100 (el botón de abajo).

Pulsar Shift y X+ y ver cómo gira la base. De igual forma con las otras articulaciones, incluidas las de la muñeca.

Seleccionando COORD = USER, se puede mover (J1,J2,J3) el extremo siguiendo los ejes cartesianos del usuario, y manteniendo la orientación de la muñeca. Si se persigue cambiar la orientación de la garra (actuando J4, J5, J6), el efecto será cambiar la orientación de la muñeca haciendo un giro respecto al eje X, Y o Z del sistema de referencia del usuario, pero manteniendo la posición del extremo.

Seleccionando COORD = TOOL, se puede mover (J1,J2,J3) el extremo siguiendo los ejes cartesianos de la herramienta, y manteniendo la orientación de la muñeca. Si se persigue cambiar la orientación de la garra (actuando J4, J5, J6), el efecto será cambiar la orientación de la muñeca haciendo un giro respecto al eje X, Y o Z del sistema de referencia de la herramienta, manteniendo la posición del extremo.

Puede verse el valor de las coordenadas articulares o cartesianas accediendo en el botón de Posn de la consola (debajo de la tecla 2 y la tecla punto). También se accede mediante el botón Menú → 0 (Next) → 5 (Position).

De aquí se puede seleccionar Joint (JNT = F2) o USER (F3). Igualmente se puede seleccionar en COORD la opción USER, y mover según el eje X, Y o Z.

Detalles a observar:

- Al desplazar según el eje X, y visualizando coordenadas USER, sólo varía la componente x.
- Análogamente, en COORD = JOINT, al mover según J1, y visualizando coordenadas JOINT, sólo debe variar J1.

Es conveniente mantener esta ventana, porque permite ver el valor de las variables articulares. Si están próximas a 360 o -360, es posible que no llegue a llevar a cabo satisfactoriamente el movimiento encomendado.

2.6 Definición de las partes o zonas fijas (fixtures)

A continuación, se establecerán las zonas fijas que actúan como soporte de las piezas a manipular, tanto para la zona de suministro como de dejada.

De igual forma que con las propiedades del robot puede comenzarse el proceso desde el Process Navigator o el Cell Browser. Esto mismo sucederá con edición de objetos o partes móviles (Parts) o las herramientas, que se verán posteriormente.

Pasos a seguir para la zona de suministro:

1. Process Navigator (Define the Cell) → Add a Fixture to the Cell
2. **Box Primitive Model**.
3. General → Asignar Name = "Pick Fixture"
4. Size in **Z = 500**. Color = azul pálido
5. Mover la caja a la posición (Location Properties) 1500, 0, 500, 345, 0, 0, o editar directamente estos datos. Pulsar Apply
6. Bloquear los movimientos (Lock all location values)

Una caja azul aparecerá girada respecto al suelo. Se ha supuesto un giro para simular una rampa por la que caerá la pieza suministrada.

Repetir el proceso para la zona fija de dejada. Dar nombre "Place Fixture", **Size in Z = 750**, Color = rojo pálido, Location properties = **850, 1500, 750, 0, 0, 0**.

2.7 Definición del objeto a ser manipulado

Seguidamente, se selecciona y define el objeto a ser manipulado. En este caso será una caja importada de la librería de objetos.

Pasos:

1. Seleccionar Process Navigator → Add a Part to the **Cell → Import** from Librarian → workpieces → Box y asignar Caja como su nombre.
2. Disminuir la dimensión en **X e Y**, poniendo **0.5** en **Scale X e Y**.

Aparecerá dicha caja en un soporte lejano que únicamente muestra las partes que pueden ser seleccionadas.

2.8 Definición de la forma en que la garra coge la pieza

Pasos a seguir:

1. Abrir la **ventana de propiedades de la garra**. Volver a deseleccionar General → Lock All Location Values.

Ahora hay que indicar cómo debe ser la forma en que la garra cerrada coge a la pieza.

2. Seleccionar la pestaña **Parts**, y dentro de esta ventana, la forma disponible (**Caja**).
3. Pulsar Apply y habilitar **"Edit Part Offset"**. Se verá la pieza cogida por la garra, aunque en una posición desplazada. Para situarla en su sitio, escribir **-60,-525,-120,0,0,0**.
4. Al presionar **Simulation** → Open y Close se visualizará el dibujo que corresponde a dichos estados.

2.9 Asociar la forma manipulada con las zonas fijas

El objetivo es indicar en qué posición debe quedar la forma al apoyar sobre la zona fija, así como establecer el tiempo durante el que sigue viéndose la forma sobre la zona fija al ser cogida por la garra del robot. Hay que tener en cuenta que Roboguide se centra en el movimiento del robot, no de las piezas en su entorno de trabajo.

Pasos:

1. **Seleccionar la pieza fija de suministro.** Para ello puede hacerse doble click sobre ella, o bien abrir Cell Browser, y seleccionar Properties.
2. En la pestaña **Parts**, seleccionar Caja, y pulsar Apply. La caja aparecerá sobre el plano inclinado.
3. Habilitar **Edit Part Offset**. Editar en alguna de las posiciones un valor elevado (p.ej. 1000) para ver el resultado, pero finalmente dejar todos los cuadros de posición a 0. En cuanto a W, P y R, asignar **90, 0, 180**. Estos valores (orientación respecto de los ejes X, Y y Z respectivamente) determinan la orientación con la que la herramienta (el robot) cogerá la pieza.
4. Pestaña **Simulation** → Allow Part to be picked para permitir que se recupere la pieza desde esta zona fija. Indicar el valor de 2.0 que indica que tras coger la pieza de esta posición tardará 2 s en visualizar una nueva pieza en dicha posición (simulando un alimentador que ha dejado una pieza nueva).
5. Pestaña General → Lock all location values

Repetir el proceso con la posición de dejada, pero cambiando lógicamente la zona fija (ahora será Place Fixture), y habilitando en Simulations la opción "Allow part to be placed" en vez de "Allow part to be picked".

Para guardar la célula, posiciones y programa, seleccionar **File→Package cell** (o alguna opción similar) para empaquetar todo el trabajo realizado.

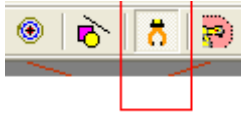
3 Creación de subprogramas para operar sobre el robot

Se parte de la célula creada en el apartado anterior.

3.1 Creación de un programa TP

Es la forma más rápida pero menos versátil de crear un programa

1. Process Navigator→ Teach TP Programs→Add a Simulation Program
2. Nombre CogeDeja y OK. Aparecerá dicho programa en Cell Browser
3. Si la garra está cerrada, abrirla con



4. Mover la garra a una posición de reposo. Puede hacerse con la consola de programación, o bien desplazando/rotando la esfera verde.
5. Si no aparecen ejes cartesianos, seleccionar View→Quick Bars→Jog Coordinates
6. En la ventana "Simulation Program Editor" pulsar Record. Esto grabará esta posición como posición P[1], y además añadirá la línea de movimiento a dicha posición. Seleccionar movimiento de tipo J.

3.1.1 Secuencia de suministro.

Se realizarán las siguientes tareas: incluir la instrucción de coger pieza, llevar el robot a la posición donde ha de coger la pieza y finalmente situar el robot un poco por encima para definir la posición de aproximación. Para ello, seguir los siguientes pasos:

7. Pulsar nuevamente Record dos veces más para que añada dos nuevas posiciones que luego se modificarán: la de cogida y la de aproximación.
8. En la ventana "Simulation Program Editor", seleccionar Inst->Pickup(Caja, Pick Fixture, Garra). Esto originará un conjunto de instrucciones que tomarán la caja de la pieza fija.
9. En el programa, seleccionar la línea anterior a la instrucción Pick.
10. Seleccionar Touchup To Pick/Place Point. En función de cómo se orientó la forma en la pieza fija, el robot calcula la posición y orientación con la que coger la pieza, aunque aún no se mueve hacia ella. La orden Touchup modifica la posición de la instrucción en la que está para que coincida con la posición calculada. Para mover a dicha posición, pulsar MoveTo.
11. Ahora se trata de situar la garra un poco por encima de esta posición de suministro. Para ello, seleccionar View→Quick Bars→Jog Coordinates→Tool y empujar la herramienta según el eje z (hacia arriba). Situarnos en la segunda instrucción de movimiento a P[1] para de esta forma poder modificarla. Pulsar Touchup.
12. Comprobar que se pueden alcanzar las distintas posiciones. Si no es así, habilitar la Teach Pendant, y comprobar (Tecla Posn) que las variables articulares no están próximas a -360 o 360.

3.1.2 Secuencia de dejada.

1. Seleccionar la última línea
2. Mover a una posición alejada y pulsar Record (Movimiento J)
3. Cerrar la garra y llevarla cerca de la zona fija de dejada. Pulsar Record (J)
4. Hacer doble click sobre la zona fija de dejada y seleccionar la pestaña Parts.
5. Seleccionar la forma Caja. En la lista desplegable seleccionar la garra del robot y MoveTo
6. Pulsar Record (L)
7. Seleccionar Inst→Drop de la ventana del programa, y la forma elegida
8. Alejar la garra y pulsar Record.

Tras esto se puede ejecutar el programa.

3.1.3 Programar el cierre y apertura de garra

Seguidamente se indica la forma de programar la acción sobre la garra

1. Botón derecho en Cell Browser → Robot Controller → Programs → Add Simulation Program. Escribir *Toma*.
2. Seleccionar Inst → Pickup. Seleccionar Caja.
3. Seleccionar una espera de 0.5 s (Inst → Wait)

De esta forma se crea el programa de cierre de garra. Para el de apertura el método es análogo.

4. Botón derecho en Cell Browser → Robot Controller → Programs → Add Simulation Program. Escribir *Deja*.
5. Seleccionar Inst → Drop. Seleccionar Caja.
6. Seleccionar una espera de 0.5 s.

En el apartado siguiente se mostrará cómo llamar a dichos subprogramas dentro de un programa global.

3.2 Creación de un subprograma con la consola de programación

Esta forma de creación es menos rápida, pero permite acceder a la mayoría de las funcionalidades de la consola y las instrucciones TPE. Los pasos a seguir son:

Seleccionar Cell Browser → Robot Controller → Programs → Add TP Program. Dar un nombre, p.ej. Prueba2 y OK.

3.2.1 Enseñar la Secuencia de suministro

7. Llevar el robot a la posición de reposo, en la zona superior.

En lo sucesivo, para guardar una posición mediante Point, es necesario habilitar la teach pendant.

8. Seleccionar Shift+F1 (Point), lo que creará una nueva línea.
9. Llevar el robot a una posición cerca de la zona de recogida y seleccionar POINT (sin Shift). Seleccionar CNT 100.
10. Abrir la página de propiedades de la caja de suministro, y de entre ellas, la pestaña Parts. Seleccionar la caja, y la la garra del robot. Presionar MoveTo para desplazar la TCP a la posición de la zona fija donde se apoya la caja a coger.
11. Presionar F1 Point, y de entre las posibilidades elegir movimiento lineal a 100 mm/sec.

3.2.2 Enseñar la Secuencia de Dejada

12. Situando el cursor en END, llevar el robot a una posición alejada de la posición de cogida.
13. Crear una instrucción que lleve al robot a este punto, para lo que se ha de pulsar F1 Point.
14. Seleccionar CNT 100 para pasar al siguiente punto sin necesidad de detenerse en este punto que se está grabando.
15. Llevar el robot a una posición cercana a la posición de dejada, y F1 Point

16. Abrir la página de propiedades de la caja de dejada, y de entre ellas, la pestaña Parts. Seleccionar la caja, y la herramienta UT:1. Presionar MoveTo para desplazar la TCP a la posición de la zona fija donde se apoya la caja a dejar.
17. Seleccionar F1 Point con movimiento lineal a 100 mm/sec
18. Abrir garra, alejar la garra y grabar con F1 Point.

4 Programa de apilado

A continuación, el alumno ha de programar al robot que realice una tarea de apilado. Se supone que el suministro se realiza siempre en la misma posición, la denominada *posición de suministro*. Sin embargo, el almacenamiento se lleva a cabo apilando un conjunto de tres piezas, a partir de la llamada *posición de almacenamiento*.

Durante la realización de este apartado, grabar **asiduamente** el proyecto con File→Save Cell.

4.1 Definición de los registros de posición

Para acceder a la ventana en que se definen los registros de posición, pulsar el botón **Data** (botón debajo de F4) de la Teach Pendant. Si no aparece un listado de PR, seleccionarlo con F1/TYPE. En esta nueva ventana, hay que tener en cuenta que tanto los movimientos como la grabación de los registros requieren de la activación de la tecla Shift. Sin embargo, muchas otras actuaciones no se llevarán a cabo si precisamente dicha tecla está activada.

Llevar el robot a la posición de suministro, tal como se indicó el subapartado 3.1.2, es decir:

- Hacer doble click sobre la zona fija de suministro (entonces se eligió dejada) y seleccionar la pestaña **Parts**.
- Seleccionar la forma **Caja**. En la lista desplegable seleccionar la garra del robot y **MoveTo**

A continuación Registrar (**record**) la postura como **PR[2:Aliment]**. Pulsando F4 se tiene acceso a las coordenadas cartesianas o en el espacio de las articulaciones (mediante [REPRE]). Con F4 Done se vuelve al menú anterior. Para escribir el nombre del registro de posición (p.ej. Aliment), basta pulsar Enter y escribir directamente el nombre a través del teclado del ordenador.

Registrar de igual forma la posición de dejada original como **PR[3:Dej_Orig]**.

Partiendo de alguna de estas posiciones, mover el robot con la consola de programación a una posición elevada entre ambas zonas fijas. Seleccionar la primera línea de los registros de posición PR, y pulsar Shift+F3 (Record). Se nombrará **PR[1:Reposo]**.

Con *Move_To*, mover a la posición PR[2], de nuevo a PR[1], y posteriormente a PR[3] y PR[1], para comprobar que todos los movimientos son factibles.

Estos tres son los registros de posición **APRENDIDOS**.

El registro PR[4] no será enseñado, sino que se asignará en tiempo de ejecución. Designarlo **Dejada**. El registro PR[5] se utilizará como registro de offset. Entrando con F4, asignar z = 100 y 0 en las otras 5 componentes (no dejarlas simplemente con asteriscos). Asignar un nombre a este registro, p.ej. **OffsetZ**. Si intentamos movernos a dicha posición, dará error porque realmente no se trata de una postura, sino un desplazamiento respecto a una postura o posición.

4.2 Creación de un programa en la consola de programación

Se supone que en el subapartado 3.2.3 se crearon los subprogramas de abrir y cerrar garra.

4.2.1 Diseño previo del programa.

Esta tarea habrá de ser realizada antes de entrar en el laboratorio y habrá de ser enviada por correo al profesor

Diseñar e introducir un programa con la consola de programación que realice la tarea de apilar tres piezas prismáticas en la posición de almacenamiento. Las piezas son suministradas de forma consecutiva en la posición de suministro.

La altura de la pieza es de 125 mm. La velocidad de aproximación y alejamiento se establecerá en 200 mm/s.

Para abrir y cerrar la garra, hacer llamada a CALL Toma y CALL Deja.

4.2.2 Introducción del programa en la consola de programación

Si no se ha creado el programa principal, el botón SELECT permite crear un programa vacío listo para editarse.

Tener en cuenta que es posible pasar de la ventana de registros de posición a la de edición de programa simplemente pulsando Data y Edit, según corresponda.

Una vez dentro del programa, acceder a las opciones POINT para añadir un movimiento o INST para añadir cualquier otra instrucción (por ejemplo, una instrucción CALL de ejecución de subprograma *Toma* o *Deja*).

Téngase en cuenta que se está trabajando con registros de posición PR, y no con posiciones P. Para cambiar entre las distintas opciones se pulsará Choice (por ejemplo para cambiar de P a PR, o bien para añadir la opción de movimiento según OFFSET).

En caso de necesitar incluir, copiar o suprimir una línea o bloque de líneas hay que acceder al menú EDCMD.

Ya se puede ejecutar el programa desde el simulador. Si se ejecuta desde la consola, no se producirá el cierre o apertura de la garra.