

Práctica 0

**Introducción a RobotStudio. Simulación de
sistemas robóticos. FlexPendant virtual. Modos de
movimiento. Modelado**

Juan Alejandro Castaño Peña

Julio S. Lora Millán

Diego Martín Martín

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	3
2. CONFIGURACIÓN DE LICENCIAS EN RED Y FLOTANTES.....	4
3. OPCIONES DE CONFIGURACIÓN DE ROBOTSTUDIO	5
4. SIMULACIÓN DE SISTEMAS ROBÓTICOS.....	6
4.1. CREACIÓN DE UNA SOLUCIÓN ROBOTIZADA	6
4.2. INSERCIÓN DEL CONTROLADOR VIRTUAL	7
4.3. MANEJO DEL FLEXPENDANT VIRTUAL. MODOS DE FUNCIONAMIENTO.....	7
4.4. MODOS DE MOVIMIENTO DEL ROBOT DESDE EL FLEXPENDANT.....	9
4.5. DESPLAZAMIENTOS Y ROTACIONES DE MECANISMOS DESDE ROBOTSTUDIO	11
6. MODELADO E IMPORTACIÓN DE PIEZAS. BIBLIOTECAS DE EQUIPAMIENTO.	12
7. SIMULACIÓN DE MÚLTIPLES ROBOTS. PLATAFORMAS DE DESPLAZAMIENTO.....	13
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	15

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En esta práctica introductoria realizaremos una toma de contacto con software ABB RobotStudio. Este software permite:

- Simular de manera realista robots manipuladores industriales de la línea de productos de ABB (tanto las unidades mecánicas IRB como los controladores IRC y las unidades de programación FlexPendant)
- Diseñar y configurar herramientas terminales a las unidades mecánicas y controlar sus diferentes estados.
- Incorporar elementos adicionales para construir solución robotizada (plataformas de desplazamiento, entradas y salidas digitales, mesas de trabajo, cintas transportadoras, etc.)
- Realizar programas en lenguaje RAPID, ejecutarlos y depurarlos en las diferentes soluciones robotizadas
- Conectar con controladores y robots reales y transferir los programas realizados.

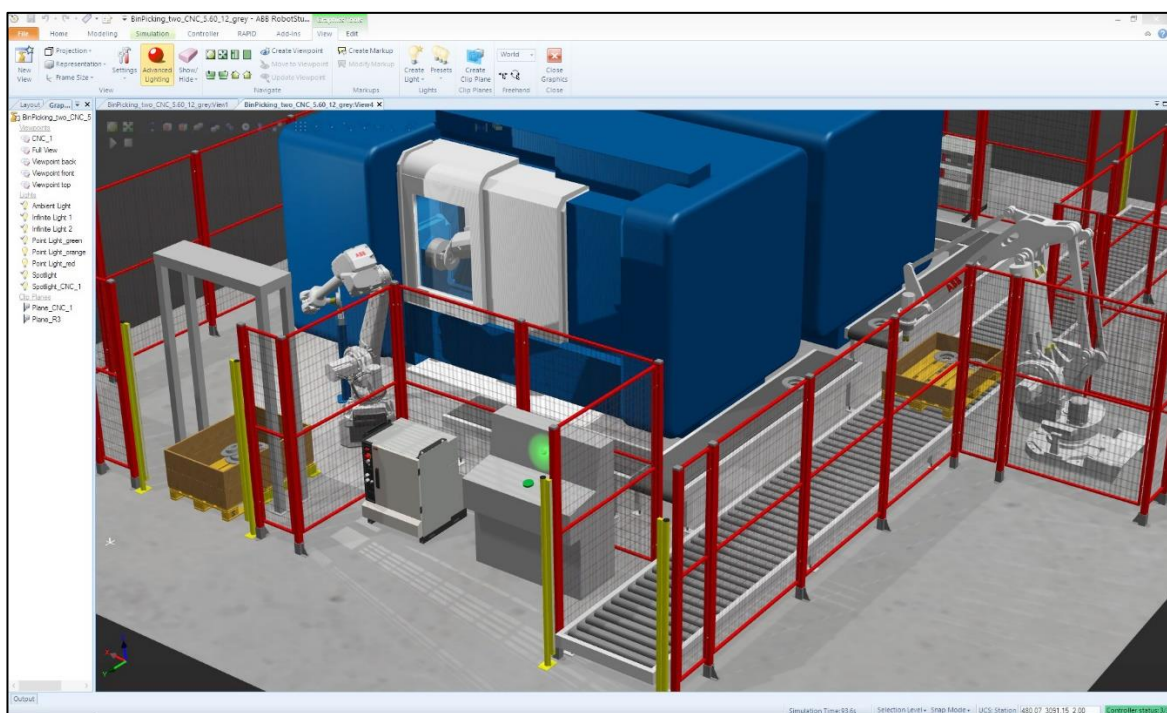


Figura 1. Ejemplo de célula robotizada industrial simulada con ABB RobotStudio

Por ello, el objetivo de esta práctica 0 es familiarizarnos con este software y sus diferentes menús, aprender a crear una solución robotizada, estudiar los diferentes modos de movimiento del robot y adquirir soltura en el manejo del FlexPendant virtual.

2. CONFIGURACIÓN DE LICENCIAS EN RED Y FLOTANTES

Para ejecutar ABB RobotStudio tenemos dos opciones:

1. Utilizar la **versión instalada en MyApps URJC**, que ya dispone de las licencias *"Premium Functionality"* que nos permiten tener acceso a todas las capacidades.
2. Utilizar **nuestro propio PC**. En este caso debemos seguir los siguientes pasos:
 - a. Instalar la última versión disponible, que se puede descargar de la web de ABB [1] o desde el enlace que encontrará en el Aula Virtual.
 - ✓ A arrancar por primera vez el programa podrás solicitar una licencia Premium de evaluación de 30 días, con todas las funcionalidades.
 - b. Configurar el uso de las **licencias en red de la URJC**. Para ellos debemos ir a Ayuda → Administrar licencias (también Archivo → Opciones → Licencias) → Licencia de Red, y especificar un servidor de licencias.
 - ✓ La dirección del servidor de licencias URJC es **10.10.96.11**. Recuerda que para que funcione la licencia en red tendrás que estar presencialmente en un Campus, y conectado a la WiFi de la URJC.
 - c. **Retirar una licencia flotante:** RobotStudio nos permite capturar una de las licencias URJC por un tiempo determinado (licencia flotante), para trabajar con todas sus capacidades sin estar conectados a la red de la URJC.
 - ✓ Una vez instalada la licencia en red, repite los pasos anteriores y selecciona *"Deseo retirar o devolver una clave de licencia flotante"*.
 - ✓ Selecciona *"Retirar"* y especifica el número de días que te indique el profesor (el máximo es 90).
 - ✓ Si todo ha ido bien, entra en *"Ver las licencias instaladas"* y comprueba que te aparece algo similar a la Figura 2.

Licencias					
Licencias instaladas					
	Característica	Tipo	Caduca	Estado	Clave de activación
	RobotStudio Premium	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	ArcWeld PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Bending PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Cutting PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Dispensing PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Machine Tending PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Machine Tending PowerPac II	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Machining PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Painting PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Palletizing PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	Picking PowerPac	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	
	ScreenMaker	Red (retirada)	05/03/2019	Válido	

Figura 2. Comprobación de la correcta retirada de la licencia en red de la URJC (licencia flotante)

Una vez instalado RobotStudio, es necesario instalar también los controladores que vamos a utilizar para manejar los robots simulados. Estos controladores reciben el nombre de RobotWare y pueden encontrarse en la pestaña Complementos de Robot Studio.

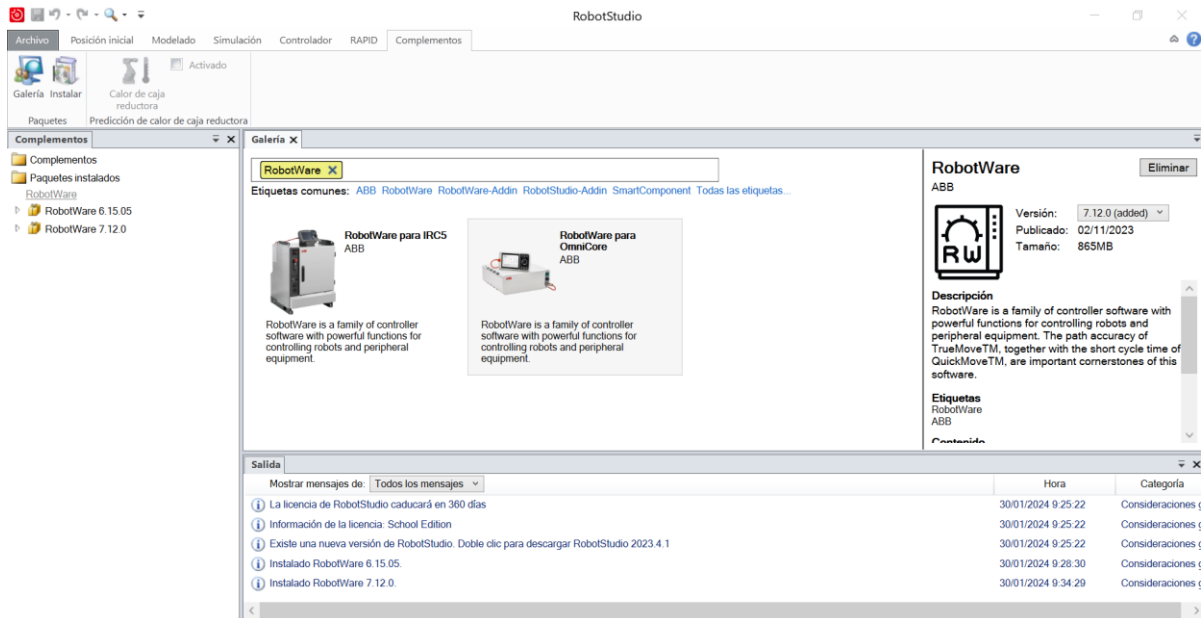


Figura 3. Instalación de RobotWare

Para cubrir el contenido de la asignatura, hemos de tener instalados dos versiones de RobotWare:

1. RobotWare para IRC5, versión: 6.12
2. RobotWare para OmniCore, versión: 7.12

3. OPCIONES DE CONFIGURACIÓN DE ROBOTSTUDIO

En el menú Archivo → Opciones se encuentran muchas de las opciones de configuración del software. Navega por dicho menú, **revisa y averigua la funcionalidad** de las opciones:

- Archivos y carpetas.
- Captura de pantalla.
- Grabadora de pantalla.
- Mecanismo.
- Gráficos (Apariencia y Rendimiento).
- Colisión y Física.

4. SIMULACIÓN DE SISTEMAS ROBÓTICOS

4.1. Creación de una solución robotizada

Antes de empezar, recordemos los conceptos de sistema robótico y célula robotizada:

- **Sistema robótico industrial.** Es aquel que incluye uno o varios robots junto con las herramientas terminales, equipamiento, ejes auxiliares o sensores que permiten que el robot realice una tarea.
- **Célula robotizada industrial.** Es aquella que incluye uno o más sistemas robóticos industriales, maquinaria, equipamiento asociado y un espacio protegido de trabajo que incluye medidas de protección.

En RobotStudio no se hace esa distinción, sino que existen dos posibilidades denominadas:

- **Estaciones:** Se corresponde con un robot manipulador sin controlador. Se pueden conectar a un controlador virtual o real (físico).
- **Proyectos.** Es la manera de trabajar con uno o varios sistemas robóticos, es decir, estaciones que incluyen un controlador, y que además incorporan los diferentes herramientas, programas, tareas, entradas y salidas digitales, etc. Será la opción con la que trabajaremos por defecto. Para crear una, iremos a Archivo → Nuevo.

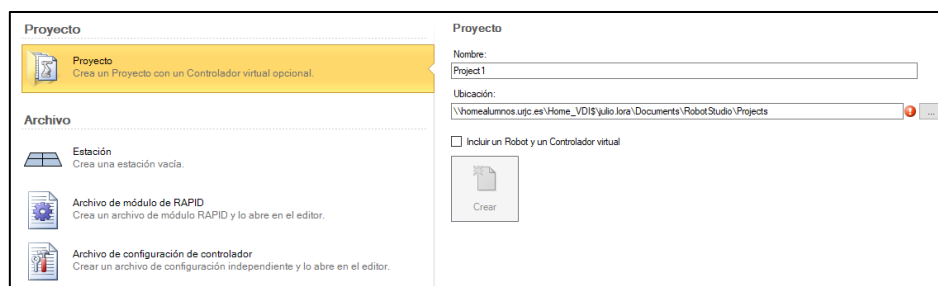


Figura 4. Maneras de crear una estación o una solución robotizada con RobotStudio.

Para familiarizarte con la creación de diferentes soluciones robotizadas, realiza el siguiente ejercicio práctico:

Ejercicio práctico 1. Proyecto con robot ABB IRB 120 y controlador IRC5

1. Crea un proyecto con estación vacía que se llame Proyecto_Practica0_IRB120
2. Inserta un robot ABB IRB120 desde la barra de menús Posición inicial → Biblioteca ABB. Habrás creado una estación dentro del proyecto
3. Explora las posibilidades que te ofrece la opción “Herramientas gráficas” del menú “Posición inicial”.

4. Crea una vista adicional donde se observe de cerca la brida del robot. Averigua qué tipo de sujeciones ofrece dicha brida para las herramientas terminales

4.2. Inserción del controlador virtual

Aparte de la unidad mecánica, todo proyecto debe contar con un controlador para el robot. Para insertar un controlador virtual una vez que ya has insertado la unidad mecánica, debes ir a Posición Inicial → Controlador Virtual → Desde diseño. Podrás darle un nombre y elegir las unidades mecánicas (uno o varios robots) que gestionarás con este controlador.

En la Pestaña Controlador tendrás también estas opciones:

- **Añadir controlador real** disponible en la red local.
- **Conectar a un controlador real** que está conectado al ordenador mediante el puerto de servicio (cable de red Ethernet).

Ejercicio práctico 2. Controlador virtual para el ABB IRB 120

1. Añade un controlador virtual a la solución creada en el ejercicio práctico 1
2. Ve a la pestaña Controlador y estudia el estado del controlador (motores, modo de funcionamiento, estado de ejecución del programa).

4.3. Manejo del FlexPendant virtual. Modos de funcionamiento.

Una de las características más interesantes de RobotStudio es que nos permite simular el uso de la unidad de programación asociada a un controlador de robot, la denominada unidad FlexPendant.

Para abrir la ventana del FlexPendant virtual, haz clic en el icono correspondiente de la pestaña “Controlador” o presiona CTRL+F5. Te aparecerá una nueva ventana similar a la de la Figura 5.

Consulta los nombres de las **diferentes partes de la unidad FlexPendant** y de su **pantalla táctil** en [2].

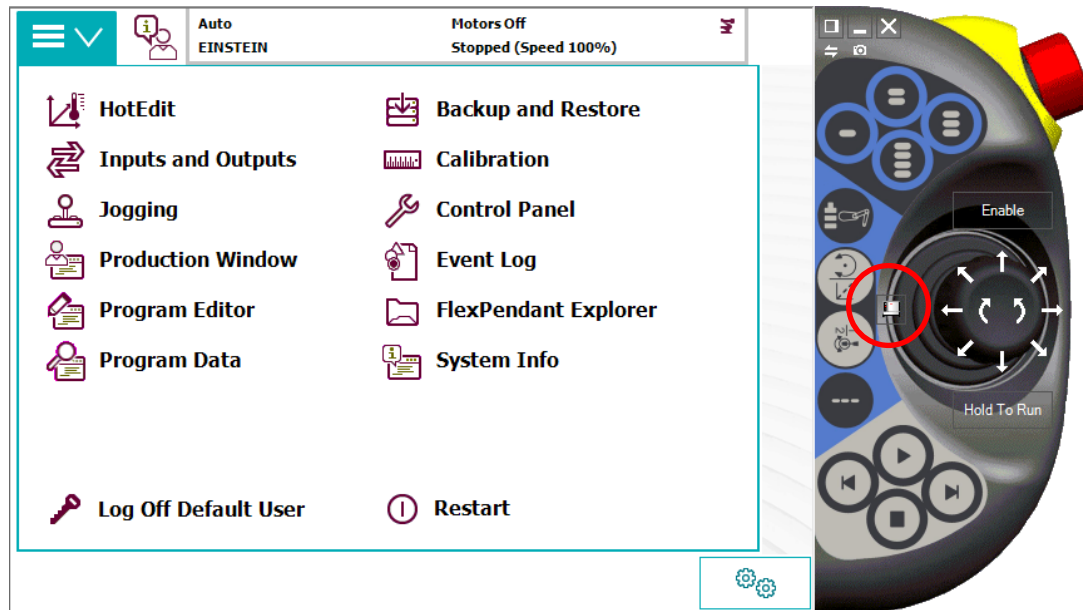


Figura 5. Aspecto de la unidad de programación o FlexPendant virtual en RobotStudio. En rojo se ha señalado el acceso a la interfaz de cambio de modo de funcionamiento

Antes de utilizar el FlexPendant virtual es importante que repasemos los diferentes **Modos de Funcionamiento** del sistema robótico. Son tres:

- **Automático.** En este modo el robot ejecuta el programa sin la intervención del operador humano.
- **Manual (con restricción de velocidad máxima de movimiento).** Permite ejecutar el programa a velocidad reducida (configurable) con la intervención del operador humano, que debe presionar el mecanismo de habilitación (*Enable*) situado en el la parte inferior del FlexPendant. En el FlexPendant virtual hay que hacer click en el botón de *Enable* (apareciendo el mensaje en pantalla de *Motores On*)
- **Manual 100% (sin restricción de velocidad de movimiento).** Para activar este modo hay que presionar *Enable* y *Hold To Run* simultáneamente. El robot ejecutará las rutinas de movimiento usando las velocidades programadas, por rápidas que éstas sean. No disponible en algunos robots reales.

El modo de funcionamiento seleccionado aparece indicado en la barra de estado del FlexPendant. Se pueden cambiar desde el **Selector de Modo con llave** situado en el frontal del controlador IRC5 real. En RobotStudio aparece simulado en el FlexPendant, en un icono a la izquierda de Joystick (marcado en rojo en la Figura 5).

La Figura 6 resume las partes principales de la barra de estado del FlexPendant.



en0300000490

A	Ventana de operador
B	Modo de funcionamiento
C	Nombre del sistema (y nombre del controlador)
D	Estado del controlador
E	Estado del programa
F	Unidades mecánicas. La unidad seleccionada (y cualquier unidad coordinada con la seleccionada) aparece resaltada por un recuadro. Las unidades activas se muestran con colores, mientras que las desactivadas tienen el color gris.

Figura 6. Barra de Estado del FlexPendant. Observa que se pueden gobernar diferentes unidades mecánicas desde la misma unidad de programación (F).

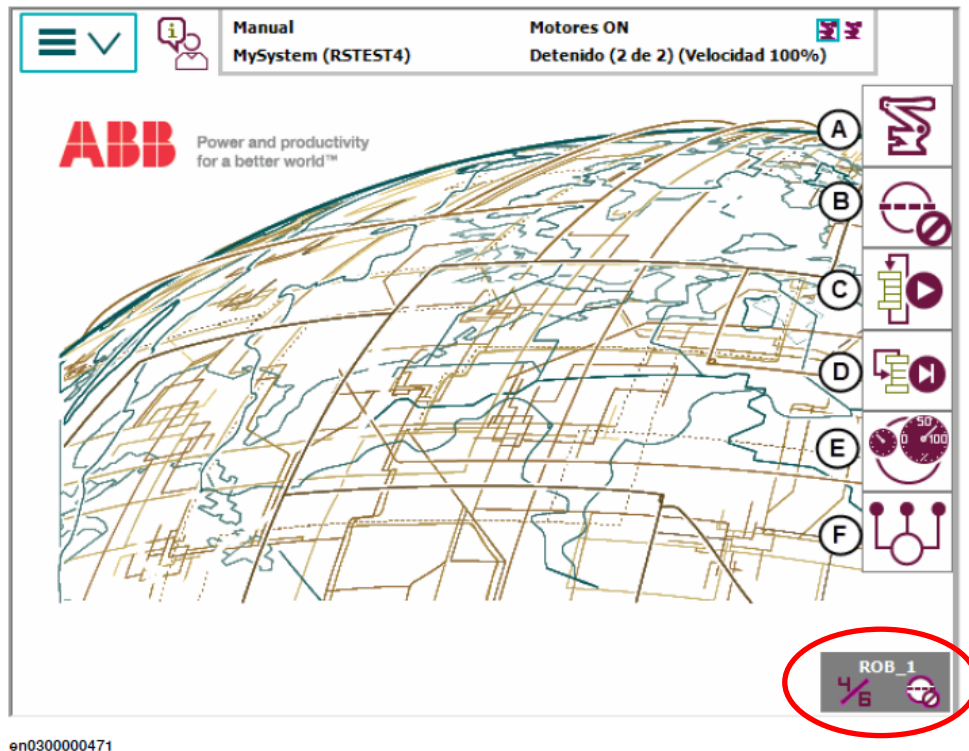
Ejercicio práctico 3. Modo Manual del ABB IRB 120 con el FlexPendant Virtual

1. Abre el FlexPendant Virtual y cambia el idioma a Español (menú *Control Panel*)
2. Modifica el modo de funcionamiento del robot y ponlo en *Manual con Restricción de Velocidad*. Comprueba que efectivamente se ha producido el cambio en la Barra de Estado del FlexPendant.
3. Haz clic sobre la Barra de Estado y accede al *Registro de Eventos*. Abre los mensajes haciendo clic sobre ellos y busca en ellos la velocidad máxima de movimiento en modo Manual (en mm/s)
4. Consulta la Información de Sistema del FlexPendant virtual. Averigua las unidades mecánicas (robots) conectados, y la memoria disponible para los programas RAPID

4.4. Modos de movimiento del robot desde el FlexPendant

El robot (real o virtual) se puede mover manualmente utilizando el joystick del FlexPendant. Las opciones de control de movimiento disponibles se pueden modificar desde:

- a) El menú *Movimiento* (Jogging) del FlexPendant.
- b) El menú de *Configuración Rápida* (al que se accede desde cualquier menú del FlexPendant utilizando el botón marcado en rojo en la Figura 7).
- c) Los cuatro botones de acceso rápido (a la izquierda de la pantalla)



en0300000471

A	Unidad mecánica. Consulte Menú Configuración rápida, Unidad mecánica en la página 88 .
B	Incremento. Consulte Menú Configuración rápida, Incremento en la página 94 .
C	Modo de ejecución. Consulte Menú Configuración rápida, Modo de ejecución en la página 95 .
D	Modo de ejecución paso a paso. Consulte Menú Configuración rápida, Paso a paso en la página 96 .
E	Velocidad. Consulte Menú Configuración rápida, Velocidad en la página 97 .

Figura 7. Opciones del Menú de Configuración Rápida, y botón de acceso al mismo

El **movimiento manual del robot** consiste en el posicionamiento mediante el joystick de los ejes del robot, del TCP de su elemento terminal o de los ejes externos, cuando los haya, mientras se realizan las tareas de programación.

Existen tres modos principales de movimiento:

- **Modo eje a eje:** permite mover individualmente los ejes del robot, de tres en tres. La dirección del joystick asociada con cada eje aparece en *Direcciones del joystick* del menú *Movimiento*. Los movimientos son proporcionales a la deflexión de la palanca.
- **Modo lineal:** el punto central de la herramienta se mueve realizando una línea recta paralela a los ejes del sistema de coordenadas seleccionado.
- **Modo reorientación:** el punto central de la herramienta no se mueve de posición, sólo se modifica su orientación espacial.

Además, para realizar posicionamientos muy exactos se utiliza el **Incremento o Modo Incremental** aplicado a los modos anteriores. En este modo el robot ya no se mueve de manera continua sino que:

- Cada vez que se acciona el joystick el robot se mueve un único paso en la dirección o eje seleccionado. Si se mantiene accionado se realiza una secuencia de 10 pasos por segundo.
- Hay cuatro valores de incrementos (Pequeño, Mediano, Grande y Usuario). Puedes consultar el valor correspondiente a cada uno de ellos en el modo Incremento del Menú de Configuración Rápida.

Ejercicio práctico 4. Movimiento del robot ABB IRB 120 en cada modo

1. Utiliza el modo de movimiento eje a eje del robot para “llevarlo a marcas”, que significa llevarlo al punto donde todos los ejes se encuentran con coordenada articulares iguales a 0°.
2. Pasa a modo de movimiento lineal, intenta desplazar el TCP en la dirección del eje X desde la posición inicial del robot. ¿Ocurre algún problema durante el movimiento?
3. Explora los límites el espacio de trabajo del robot mediante el movimiento eje a eje
4. Explora el modo reorientación y el modo incremental. ¿A qué movimiento lineal y angular corresponde el movimiento de un paso en *Incremento Pequeño*?

4.5. Desplazamientos y rotaciones de mecanismos desde RobotStudio

Además de los anteriores, RobotStudio ofrece la posibilidad de desplazar o rotar el robot u otros mecanismos simulados “a mano alzada” en los diferentes sistemas de coordenadas, a través de diversas opciones seleccionables desde el menú que se muestra en la Figura 8:

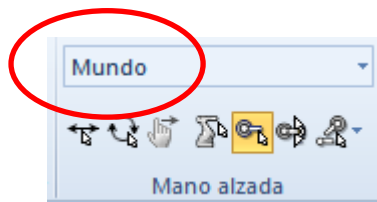


Figura 8. Opciones de movimiento a mano alzada de RobotStudio. El Sistema de Referencia con respecto al cual se realizar el movimiento se encuentra en la parte superior

Hay más opciones de desplazamiento y movimiento disponibles si se hace clic con el botón derecho del ratón sobre el mecanismo del robot (Figura 9)



Figura 9. Opciones adicionales de movimiento aplicables a cualquier mecanismo en RobotStudio

Ejercicio práctico 5. Recolocación del robot ABB IRB 120

1. Utiliza las herramientas vistas en esta sección para mover el conjunto del robot a la posición $(x,y,z) = (500, 500, 0)$ (en mm).
2. Averigua si puedes situar el robot en posición invertida, a través de las opciones de orientación. Observa la situación de los sistemas de referencia “mundo” y “base”

6. MODELADO E IMPORTACIÓN DE PIEZAS. BIBLIOTECAS DE EQUIPAMIENTO.

Por último, en esta práctica 0 aprenderemos a insertar otro tipo de componentes en RobotStudio, como son objetos predefinidos y cuerpos.

1. **Equipamiento industrial:** existen bibliotecas de equipamiento predefinido que se pueden importar desde RobotStudio:

- a. Posición Inicial → Importar Biblioteca
2. **Importación de geometrías:** Desde la pestaña “Modelado” podemos importar diferentes geometrías diseñadas con herramientas CAD externas.
 - a. Para ello debes usar la opción “Importar geometría”.
 - b. En [5] puedes consultar la lista de formatos admitidos (extensiones .sat, .stl, 3ds, .dae, .obj...)
3. **Modelado de piezas:** Podemos utilizar RobotStudio como herramienta de CAD para diseñar las piezas que necesitemos.
 - a. En RobotStudio, una pieza está creada a partir de “cuerpos”. Hay tres tipos de cuerpos: sólidos, superficies y curvas. Puedes realizar operaciones de CAD típicas (intersecciones, uniones, restas...) utilizando las opciones de la pestaña “Modelado”.
 - b. Al crear y seleccionar un objeto, podemos modificar sus propiedades (colores, materiales) y, lo que es más importante, su **interacción con el entorno** durante la simulación (geometrías de colisión, etc). Se realiza a través de las herramientas de Física

Ejercicio práctico 6. Inserción de equipamiento y geometrías adicionales. Colisiones.

1. Inserta diferentes elementos de equipamiento industrial utilizando los elementos de la biblioteca *Equipamiento*.
2. Inserta una mesa (tipo Propeller Table) y observa cómo está construida. Comprueba si está activado por defecto el tipo de *Comportamiento Físico dinámico* (interacción física con el entorno). Si no lo está, actívalo y muestra las geometrías de colisión.
3. Comprueba el comportamiento de los cuerpos cuando se fuerza la colisión del robot con la mesa de trabajo.

7. SIMULACIÓN DE MÚLTIPLES ROBOTS. PLATAFORMAS DE DESPLAZAMIENTO.

Para terminar esta práctica vamos a explorar las posibilidades de RobotStudio relativas a **simular múltiples robots** en la misma célula robotizada. Además, comprobaremos si se puede incorporar una plataforma móvil que permita desplazar un robot ampliando su espacio de trabajo.

Ejercicio práctico 7. Inserción de tres robots en la misma solución.

1. Crea un nuevo proyecto vacío en RobotStudio.
2. Inserta un robot tipo SCARA IRB910 desde la librería de ABB y desplázalo de su posición inicial.
3. Inserta ahora dos robots angulares IRB 1600 que tengan una capacidad de carga de 6 kg y 10 kg respectivamente. Desplázalos y reorientalos para que operen en zonas de trabajo separadas.
4. Añade un controlador virtual “Desde diseño” y selecciona que trabaje con las tres unidades mecánicas anteriores.
5. Abre el FlexPendant del controlador y comprueba que puedes seleccionar cada una de las tres unidades mecánicas insertadas. Realiza movimientos con cada una de ellas.
6. Para terminar, inserta un vallado con varios objetos de tipo “Fence 2500” para proteger la célula robotizada creada.

No sólo se pueden controlar varias unidades mecánicas con el mismo controlador, el software RobotWare incorpora las funciones denominadas *MultiMove*, que permiten sincronizar los movimientos de varios robots para que puedan trabajar simultáneamente sobre la misma pieza (Figura 10).

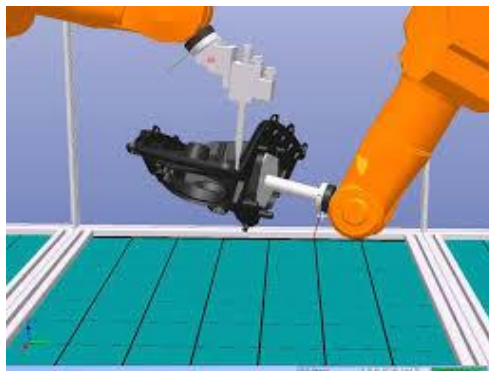


Figura 10. Dos robots trabajando sobre la misma pieza en RobotStudio, coordinados mediante un único controlador que usa el sistema *MultiMove*

Además de un completo catálogo de robots manipuladores, en RobotStudio tenemos a nuestra disposición diferentes **Plataformas de desplazamiento** (*Motion Tracks*). Se trata de ejes externos de movimiento lineal sobre los que se pueden situar los sistemas robóticos, permitiendo ampliar el espacio de trabajo del mismo (Figura 11).

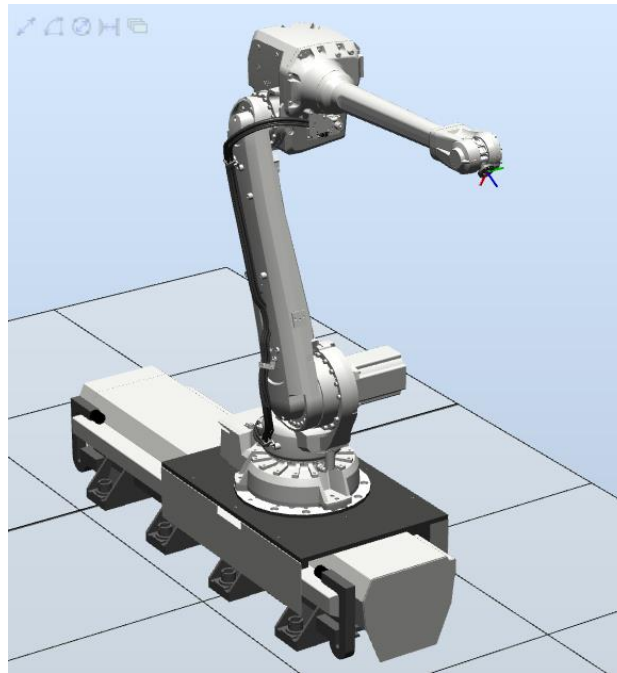


Figura 11. Robot ABB IRB 4600 sobre plataforma de desplazamiento IRBT 2005 en RobotStudio

Ejercicio práctico 8. Sistema robotizado con plataforma de desplazamiento

1. Crea un nuevo proyecto
2. Inserta un robot angular ABB IRB 4600.
3. Inserta ahora una plataforma de desplazamiento ABB IRBT2005. Actualiza la posición del robot para que se sitúe sobre dicha plataforma
4. Crea un sistema controlador de robot “Desde diseño” y selecciona que trabaje con las dos unidades mecánicas anteriores (el robot y la plataforma).
5. Abre el FlexPendant y realiza movimientos de desplazamiento del único eje móvil de la plataforma. Comprueba si el controlador reajusta la posición y orientación del robot al mover la plataforma.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] <https://new.abb.com/products/robotics/es/robotstudio/descargas>
- [2] <http://developercenter.robotstudio.com/BlobProxy/manuals/IRC5FlexPendantOpManual/doc27.html>
- [3] <http://developercenter.robotstudio.com/BlobProxy/manuals/IRC5FlexPendantOpManual/doc65.html>
- [4] ABB Robotics, Manual del Operador IRC5 con FlexPendant (disponible en el Aula Virtual)

[5] <http://developercenter.robotstudio.com/BlobProxy/manuals/RobotStudioOpManual/doc12.html>

[6] <https://new.abb.com/products/robotics/application-equipment-and-accessories/robot-positioners-track-motion/irbt-2005>