

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y
AUTOMATIZACIÓN

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO:
ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS
DE
LABORATORIO PARA EL ROBOT IRB 360
FLEXPICKER USANDO ROBOTSTUDIO

AUTOR:
LARA CRESPO EDUARDA COSETTE

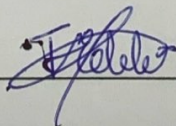
TUTOR:
ING. VÍCTOR LARCO TORRES MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Lara Crespo Eduarda Cosette con cédula de identidad N°.0930614433, declaro que este trabajo de titulación "ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ROBOT IRB 360 FLEXPICKER USANDO ROBOTSTUDIO" ha sido implementado bajo los conceptos, análisis y conclusiones considerando los métodos de investigación, así como también el respeto a los derechos intelectuales a terceros, son de exclusiva responsabilidad de los autores; y la propiedad intelectual de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

Guayaquil, 22 de enero del 2024



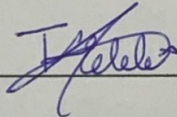
Eduarda Cosette Lara Crespo

CI: 0930614433

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE
AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Lara Crespo Eduarda Cosette con cédula de identidad N°.0930614433, declaro que este trabajo de titulación "ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ROBOT IRB 360 FLEXPICKER USANDO ROBOTSTUDIO" a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual y por la normativa institucional vigente.

Guayaquil, 22 de enero del 2024



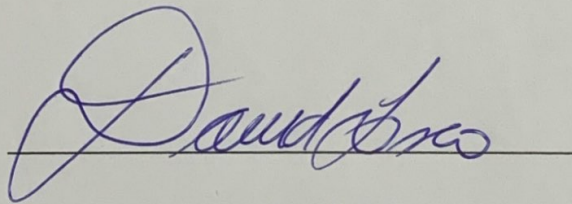
Eduarda Cosette Lara Crespo

CI: 0930614433

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Por medio de la presente declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado este trabajo de titulación "ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ROBOT IRB 360 FLEXPICKER USANDO ROBOTSTUDIO" realizado por el estudiante Lara Crespo Eduarda Cosette con cédula de identidad N°.0930614433, el mismo que cumple con los objetivos del diseño de aprobación y todos los requisitos pertinentes.

Guayaquil, 22 de enero del 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "David Larco", is written over a horizontal line.

Ing. Víctor David Larco Torres, MSc.

TUTOR

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Dedico este proyecto de titulación, primero a Dios, quien día a día guía mi camino para alcanzar todas las metas que me proponga; y a mi familia, por su apoyo incondicional en mi formación académica.

Expreso mi agradecimiento especial a mi mamá, Martha, a mi abuela Vilma Martínez y a mis tías Carmen y Sara Martínez, por su presencia y la ayuda brindada en todo momento.

Agradezco a mis tutores Ing. Víctor Larco y al Ing. Emanuel Torres, por su direccionamiento para culminar este trabajo de titulación.

A la Universidad Politécnica Salesiana y a todo el personal del Edificio E por las facilidades prestadas para el uso de los laboratorios donde se desarrolló el presente trabajo.

RESUMEN

AÑO	ALUMNO	TUTOR DEL PROYECTO	TEMA DEL PROYECTO
2023	Lara Crespo Eduarda Cosette	Ing. Víctor David Larco Torres MSc.	“ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO IRB 360 FLEXPICKER USANDO ROBOTSTUDIO”

Este proyecto de titulación utiliza el Robot IRB 360 y el software RobotStudio de la marca ABB donde se podrán realizar distintas simulaciones y diversas prácticas para que los alumnos de la Carrera Electrónica y Automatización que cursan la materia Robótica Industrial puedan familiarizarse con la estructura del robot y manejo del software antes mencionados para adquirir, profundizar y reforzar los conocimientos de la materia.

ABSTRACT

YEAR	STUDENT	PROJECT TUTOR	PROJECT THEME
2023	Lara Crespo Eduarda Cosette	Ing. Víctor David Larco Torres MSc.	“ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO IRB 360 FLEXPICKER USANDO ROBOTSTUDIO”

This project uses the IRB 360 Robot and the ABB brand RobotStudio software where different simulations and various practices can be carried out so that the students of the Electronics and Automation Course who study the Industrial Robotics subject can become familiar with the structure of the robot and handling of the robot. aforementioned software to acquire, deepen and reinforce knowledge of the subject.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3. OBJETIVOS.....	12
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4. MARCO TEÓRICO	13
ELEMENTOS.....	13
IRB 360 FLEXPICKER	13
CONTROLADOR IRC5	13
ROBOTSTUDIO	14
5. MARCO METODOLÓGICO	15
6. RESULTADOS	16
6.1. Práctica #1: Reconocimiento de las partes de los componentes elementales del RobotParalelo IRB 360, Controlador IRC5 y manipulación FlexPendant.....	17
6.2. Práctica #2: Introducción a RobotStudio, construcción de estación y definición TCP(Tools Center Point) mediante pilotaje de articulación cartesiana.....	18
6.3. Práctica #3: Seguimiento de forma modo manual y automático.....	20
6.4. Práctica #4: Screen Maker y aplicaciones GUI.	21
7. CRONOGRAMA.....	22
8. PRESUPUESTO	22
9. CONCLUSIONES	23
10. RECOMENDACIONES	23
11. BIBLIOGRAFÍA	23
12. ANEXOS.....	24
PRÁCTICA #1.....	25
TEMA: “Reconocimiento de las partes de los componentes elementales del Robot Paralelo IRB 360, Controlador IRC5 y manipulación FlexPendant.....	25
A. OBJETIVO GENERAL	26
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
C. MARCO TEÓRICO	26
IRB 360 FLEXPICKER	26
CONTROLADOR IRC5	27
FLEXPENDANT.....	27

D. MARCO PROCEDIMENTAL	27
E. RECURSOS UTILIZADOS	31
F. RESULTADOS	31
G. BIBLIOGRAFÍA	33
PRÁCTICA #2	34
TEMA: “Introducción a RobotStudio, construcción de estación y definición TCP mediante pilotaje de articulación cartesiana.”	34
A. OBJETIVO GENERAL	35
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
C. MARCO TEÓRICO	35
<i>ROBOTSTUDIO</i>	35
D. MARCO PROCEDIMENTAL	35
E. RECURSOS UTILIZADOS	78
F. REGISTRO DE RESULTADOS	78
G. BIBLIOGRAFÍA	80
PRÁCTICA #3	81
TEMA: “Seguimiento de forma modo manual y automático.”	81
A. OBJETIVO GENERAL	82
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	82
C. MARCO TEÓRICO	82
<i>FLEXPENDANT</i>	82
E. RECURSOS UTILIZADOS	103
F. REGISTRO DE RESULTADOS	103
G. BIBLIOGRAFÍA	104
PRÁCTICA #4	105
TEMA: “ScreenMaker y aplicaciones GUI”	105
A. OBJETIVO GENERAL	106
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	106
C. MARCO TEÓRICO	106
<i>SCREENMAKER</i>	106
<i>APLICACIÓN GUI</i>	106
D. MARCO PROCEDIMENTAL	107
E. RECURSOS UTILIZADOS	117
F. REGISTRO DE RESULTADOS	117
G. BIBLIOGRAFÍA	118

1. INTRODUCCIÓN

En la Carrera profesional se aplica la teoría y la práctica en los diferentes ámbitos laborales. Uno de estos ámbitos es la robótica que, con los constantes cambios por los avances tecnológicos, demandan una mayor preparación a los estudiantes recién egresados de la Carrera de Electrónica y Automatización por lo que las instituciones siempre están en constante actualización para poder cumplir con la demanda.

Viendo esto, la Universidad Politécnica Salesiana tiene en sus laboratorios un robot paralelo Delta. El robot paralelo Delta puede considerarse como uno de los robots más comerciales muy aplicables en la automatización industrial debido a sus tres grados de libertad (Degree-of-Freedom (DOF)) traslacionales, permitiendo una mayor rigidez y capacidad de carga que los robots manipuladores en serie. (Ghafarian Tamizi et al., 2022)

El proyecto pretende elaborar un Manual de Prácticas de Laboratorio para el uso del Robot Paralelo IRB 360 ubicado en el Laboratorio C. P. I. Robótica de dicha institución y el software RobotStudio, el cual permitiría las simulaciones y prácticas correspondientes. Siendo una gran herramienta para el aprendizaje del estudiante debido que podrá familiarizarse con el ambiente laboral y reforzar los conocimientos adquiridos en las materias impartidas a lo largo de la Carrera Electrónica y Automatización.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La robótica ha ido evolucionando según las necesidades y requerimientos del ser humano usando a los robots tanto en la vida laboral como privada clasificándose por

tipo, uso y clase. (Savin et al., 2022)

Los robots, según las necesidades y aplicaciones requeridas, tienen diferentes capacidades y especificaciones encontrando varios modelos diferentes en el mercado.

(Rashid Tabasam et al., 2021)

Los robots industriales tienen varios tipos, entre ellos se encuentra el robot delta o paralelo usado en las industrias, debido a su alta velocidad y precisión, para procesamiento, manejo y clasificación. (Dachang Zhu et al., 2023)

Uno de estos robots conocido como IRB 360 FlexPicker, lanzado por la marca ABB, es uno de los más actualizados desde su introducción en la década de 1990 donde se ha destacado en la preparación, embalaje y colocación de alta velocidad en la industria de alimentos y bebidas (tecnopl, s.f.). La Institución carece de un manual de prácticas con este robot para el cual los estudiantes de la materia de Robótica Industrial puedan programar, simular y operar el robot con las condiciones físicas del Laboratorio antes mencionado.

Este proyecto fue diseñado e implementado en un periodo de 4 meses entre octubre 2023 y marzo 2024. Ambientado con las condiciones de los Laboratorios de: C. P. I. Robótica y Fabricación Flexible de la Carrera Ingeniería Electrónica ubicados en el primer y tercer piso, respectivamente, del bloque E de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil campus Centenario, que se encuentra ubicada en la Av. Domingo Comín y callejón Chambers. En la Figura 1 se puede observar la Ubicación Geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

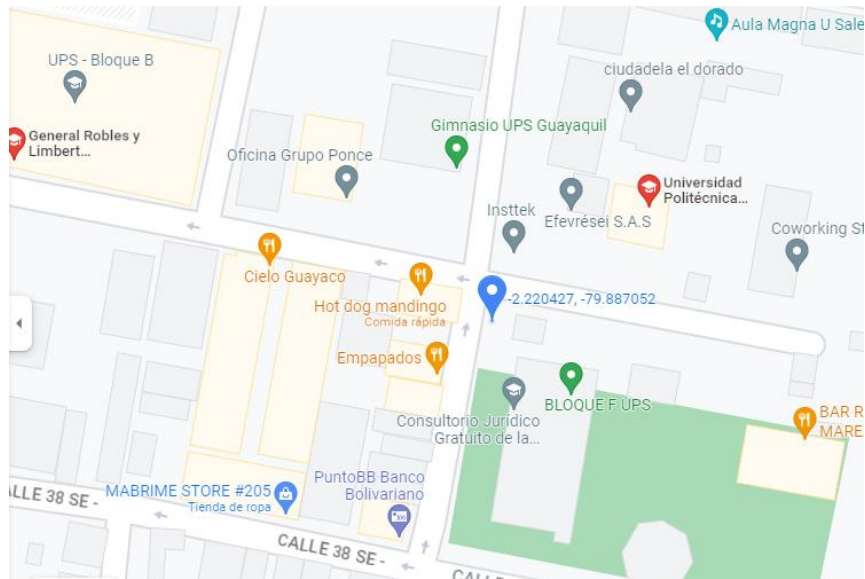


Figura 1. Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. (Google Maps, 2023)

El proyecto de titulación planteado cumple con lo estipulado por la Universidad Politécnica Salesiana, utilizando los conocimientos teóricos y prácticos, adquiridos durante el proceso de aprendizaje de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Automatización que a su vez están complementados por el desarrollo de aspectos investigativos para la culminación del proyecto.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un Manual de Prácticas de Laboratorio para el Robot IRB 360

FlexPicker usando RobotStudio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Armar el ambiente virtual para la simulación en el software RobotStudio.
- Realizar la programación del robot IRB 360.
- Realizar simulaciones de tareas pick and place.
- Diseñar y simular cuatro Prácticas de Laboratorio.

4. MARCO TEÓRICO

ELEMENTOS

IRB 360 FLEXPICKER

IRB 360, como se puede observar en la Figura 2, ofrece alta confiabilidad y precisión, es el robot delta industrial más rápido del mundo. Tiene un rendimiento con tiempos de ciclo cortos de movimiento, con una precisión de carga útil de 1 a 8 kg y alcances de 1130 mm y 1600 mm funcionando a alta velocidad en cualquier lugar con tolerancias estrictas. Tiene una brida para herramientas estándar que permite la instalación de pinzas de mayor tamaño ajustables lo que permite administrar de manera efectiva los productos envueltos en movimiento desde una banda de indexación. (ABB, 2023)



Figura 2. IRB 360 FlexPicker (ABB, 2023)

CONTROLADOR IRC5

El IRC5, como se muestra la Figura 3, es un punto de referencia en tecnología de controladores de robots para la industria robótica. Brinda flexibilidad, seguridad, modularidad, compatibilidad con herramientas de PC y control de múltiples robots. Está

disponible en una variedad de versiones para brindar soluciones económicas y optimizadas para cada necesidad. (ABB, 2023)

Consta de los siguientes módulos:

- Módulo de accionamiento, incluido el sistema de accionamiento
- Módulo de control que consta de computadora principal (incluidas cuatro ranuras PCI para tarjetas de expansión), panel del operador, interruptor principal, interfaz de comunicación, conexión FlexPendant, puerto de servicio y algunos equipos del operador (por ejemplo, sala de E/S de ABB). Mapa.

El controlador también incluye el software del sistema RobotWare-OS, que incluye todas las funciones básicas de operación y programación. (ABB Robotics, 2023)



Figura 3. Controlador IRC5 (ABB, 2023)

ROBOTSTUDIO

Es una aplicación de programación y simulación robóticas, se basa en la tecnología de controladores virtuales al permitir experimentar, realizar pruebas y pulir la instalación del robot en un entorno virtual, como se muestra en la Figura 4. (ABB, 2023)



Figura 4. Software RobotStudio (ABB, 2023)

5. MARCO METODOLÓGICO

El siguiente proyecto plantea la elaboración de un manual de prácticas que servirá de guía para los estudiantes de manera que se relacionen con los diferentes elementos del robot IRB 360 FlexPicker y el espacio de trabajo para así reforzar los conocimientos teóricos asimilados en clases.

Las prácticas consisten en una simulación en el software RobotStudio y la implementación de cuatro prácticas en el robot antes mencionado.

La primera práctica consiste en el reconocimiento de los componentes elementales del IRB 360 FlexPicker, Controlador IRC5 y el FlexPendant. Al igual que la manipulación de los mismos


La segunda práctica es el manejo del software RobotStudio donde se ingresa una estación y se maneja el ambiente virtual en el cual se desarrollan la programación y las simulaciones, el ingreso del robot correspondiente, controlador virtual, ingreso o creación de herramientas y objetos, las opciones para para crear una trayectoria y las distintas maneras de mover tanto el robot como la estación y los códigos que, generalmente, se usan en el RAPID y FlexPendant.

La tercera práctica consiste en el seguimiento manual y automático del robot. Se conoce el manejo de la interfaz del FlexPendant, sus distintas opciones, la creación de:

herramienta y contador, las instrucciones que maneja para realizar una programación en modo automático. También se habla de la opción RAPID, se usa de base la Práctica #2, para programar una trayectoria y luego hacerle los cambios correspondientes.

La cuarta práctica es el manejo del robot a través de una pantalla HMI, creada en el ScreenMaker, mostrada en el FlexPendant. Se activa la conexión en el ScreenMaker con el FlexPendant para luego usar el comando correspondiente para la sincronización entre el código RAPID y las herramientas del ScreenMaker para realizar la simulación correspondiente.

6. RESULTADOS


	VICERRECTORADO DOCENTE	Código:
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación:
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

6.1. Práctica #1: Reconocimiento de las partes de los componentes elementales del Robot Paralelo IRB 360, Controlador IRC5 y manipulación FlexPendant.

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica y Automatización		ASIGNATURA: Robótica Industrial
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Reconocimiento de las partes de los componentes elementales del Robot Paralelo IRB 360, Controlador IRC5 y manipulación FlexPendant.
OBJETIVO: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> - Identificar de las partes de los componentes elementales del Robot Paralelo IRB 360, Controlador IRC5 y manipulación FlexPendant. Objetivo Específico: <ul style="list-style-type: none"> - Entender el funcionamiento de cada elemento que forma parte del robot. - Reconocer los periféricos de entradas y salidas digitales y/o analógicas del controlador IRC5 - Manipular bajo movimiento articular y cartesiano del robot en su área de trabajo mediante FlexPendant 		
INSTRUCCIONES:		
1. Revisar en detalle la práctica #1 en los anexos del libro de titulación.		
2. Manejo y reconocimiento del IRB 360		
3. Reconocer la interfaz del FlexPendant		
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
1. Reconocimiento de las partes del robot paralelo IRB 360, Controlador IRC5 y el FlexPendant.		
2. Manipulación IRB 360 mediante FlexPendant		
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):		
<ul style="list-style-type: none"> - Manejo del robot IRB 360. - Adaptación a la interfaz del FlexPendant 		
CONCLUSIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Entendimiento del funcionamiento de cada elemento que forma parte del robot. - Reconocimiento de los periféricos analógicos y/o digitales del controlador IRC5 - Entendimiento del manejo del robot IRB 360 en su área de trabajo mediante movimiento articular y cartesiano en el FlexPendant. 		
RECOMENDACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el paro de emergencia del Controlador IRC5 se encuentre liberado. - Tener en cuenta el paro de emergencia del FlexPendant. - No ingresar en el espacio de trabajo mientras el robot esté en funcionamiento. - Comprobar el funcionamiento del programa realizado en modo manual y posterior ejecutar en modo automático. 		

Docente:

Firma: _____


	VICERRECTORADO DOCENTE	Código:
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación:
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

6.2. Práctica #2: Introducción a RobotStudio, construcción de estación y definición TCP (Tools Center Point) mediante pilotaje de articulación cartesiana.

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica y Automatización		ASIGNATURA: Robótica Industrial	
NRO. PRÁCTICA:	2	TÍTULO PRÁCTICA: Introducción a RobotStudio, construcción de estación y definición TCP mediante pilotaje de articulación cartesiana.	
OBJETIVO:			
Objetivo General:			
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer RobotStudio, construir la estación y definir TCP mediante pilotaje de articulación cartesiana 			
Objetivo Específico:			
<ul style="list-style-type: none"> - Crear la estación con el robot IRB 360. - Desplazar el robot a la posición requerida mediante articulación cartesiana. - Crear una herramienta, definir su peso, centro de gravedad y su TCP. - Realizar la tarea de Pick and Place. - Ingresar objetos a la estación. - Crear sistemas de referencia para ubicación de elementos. - Crear movimientos entre dos puntos, usando comando Move J y Move L. 			
INSTRUCCIONES:		<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar las instrucciones de la práctica #2 en los anexos del libro de titulación. 	
		<ol style="list-style-type: none"> 2. Realizar una tarea de Pick and Place 	
		<ol style="list-style-type: none"> 3. Crear una herramienta y definir el TCP 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Elaborar una estación con el IRB 360 en el software RobotStudio.			
2. Reconocer los diferentes desplazamientos de los elementos.			
3. Definir el punto de referencia para el pilotaje de articulación cartesiana.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión y Manejo del Software RobotStudio2023. - Creación de una herramienta y definición de TCP. 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> - Se cumple la creación de la estación con el robot IRB 360 y el ingreso los objetos requeridos. - Se comprueba los sistemas de referencia mediante una herramienta definiendo con su peso y centro de gravedad junto con su TCP. - Se verifica, mediante pilotaje de articulación cartesiana, el movimiento del robot a la posición requerida con los comandos Move J y Move L. 			

Docente:

Firma: _____


 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	VICERRECTORADO DOCENTE	Código:
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación:
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

RECOMENDACIONES:

- Verificar que se haya ingresado correctamente el punto de referencia o posición original del robot.
- Verificar que la orientación de la herramienta sea igual a la ingresada en el robot.
- Ingresar de manera correcta el TCP, peso y centro de gravedad de la herramienta.
- Verificar el uso correcto del MoveJ y MoveL.

Docente:

Firma: _____


	VICERRECTORADO DOCENTE	Código:
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación:
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

6.3. Práctica #3: Seguimiento de forma modo manual y automático.


		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica y Automatización		ASIGNATURA: Robótica Industrial	
NRO. PRÁCTICA:	3	TÍTULO PRÁCTICA: Seguimiento de forma modo manual y automático.	
OBJETIVO:			
Objetivo General:			
<ul style="list-style-type: none"> - Monitorear de forma modo manual y automático. 			
Objetivo Específico:			
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer los comandos de RAPID. - Crear un código en RAPID. - Crear un contador y una herramienta en FlexPendant. - Conocer los comandos del FlexPendant. 			
INSTRUCCIONES:		<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar las instrucciones de la práctica #3 en los anexos del libro de titulación. 2. Sincronizar una ruta en RAPID. 3. Uso de los comandos en FlexPendant. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Elaborar una trayectoria en FlexPendant.			
2. Crear una herramienta y un contador dentro del FlexPendant			
3. Realizar una condición con dos pausas (de dos segundos) dentro de la trayectoria.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión y manejo del FlexPendant. - Manejo del lenguaje de RAPID. 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> - Se comprueba los comandos de RAPID. - Se cumple la sincronización de RAPID y se hacen las modificaciones necesarias. - Se realiza la programación en FlexPendant. - Se comprueba el uso de los comandos del FlexPendant. 			
RECOMENDACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> - Para realizar cualquier cambio se desactiva el modo automático en el panel de control. - No realizar movimientos exagerados en el FlexPendant - Verificar que los motores estén encendidos (Enable) para la simulación en FlexPendant. - Cada línea de código, a excepción de algunas instrucciones, debe de terminar con punto y coma (;) - Los comentarios inician con signo de exclamación (!) - Respetar las letras mayúsculas y minúsculas. - No olvidar poner 'PROC' al inicio y 'ENDPROC' al final de cada procedimiento. 			

Docente:

Firma: _____

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código:
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación:
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

6.4. Práctica #4: Screen Maker y aplicaciones GUI.

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Automatización y Control	
NRO. PRÁCTICA:	4	TÍTULO PRÁCTICA: Screen Maker y aplicaciones GUI.	
Objetivo General:			
<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar una pantalla HMI en ScreenMaker. 			
Objetivo Específico:			
<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar la conexión del controlador y el ScreenMaker - Sincronizar las variables de RAPID con las herramientas del ScreenMaker. - Crear una señal digital. 			
INSTRUCCIONES:		<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar las instrucciones de la práctica #4 en los anexos del libro de titulación 2. Sincronización entre el FlexPendant y el ScreenMaker 3. Uso del comando PERS. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Crear una Pantalla HMI en el FlexPendant.			
2. Crear una trayectoria automática con tres cilindros			
3. Realizar un bucle con el comando FOR			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión y Manejo del ScreenMaker - Manejo de la conexión y sincronización entre: controlador, ScreenMaker, FlexPendant y código RAPID 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> - Se cumple la conexión entre el controlador y el ScreenMaker - Se comprueba la sincronización entre el ScreenMaker y FlexPendant - Se cumple la sincronización en RAPID y se hacen las modificaciones necesarias. - Se realiza la creación de una 'Signal' en el controlador. 			
RECOMENDACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> - Tener en cuenta la orientación de la herramienta. - Comprobar que el ScreenMaker esté instalado. - Los nombres de las pantallas del ScreenMaker no deben tener espacios. - Ir guardando los cambios realizados en el código RAPID, la estación, el FlexPendant y ScreenMaker. 			

Docente:

Firma: _____

7. CRONOGRAMA

En la Tabla 1 se muestra el cronograma del mes de octubre a enero, el tiempo que se realizó el proyecto. Las actividades de las prácticas tendrán tanto el desarrollo de las mismas como su respectiva simulación.

*Tabla 1.
Cronograma de desarrollo del trabajo de titulación*

No.	Tareas realizadas	oct-23				nov-23				dic-23				ene-24	
		Semanas													
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
1	Desarrollo y simulación de la primera práctica	■	■	■	■										
2	Desarrollo y simulación de la segunda práctica					■	■	■	■						
3	Desarrollo y simulación de la tercera práctica									■	■	■	■		
4	Desarrollo y simulación de la cuarta práctica											■	■	■	
5	Desarrollo del documento de tesis											■	■	■	■

8. PRESUPUESTO

En la tabla 2 se muestra el presupuesto que se invirtió en el proyecto. El total mostrado esta dividido con el sueldo básico para las horas por período académico de la materia y multiplicado por las horas invertidas.

*Tabla 2
Presupuesto estimado para el desarrollo del Proyecto de Titulación*

Materiales	Costo Unitario	Costo Total
Horas de Ingeniería	3,035	151,785

9. CONCLUSIONES

Al culminar el presente proyecto de titulación se cumplieron con los objetivos específicos trazados al inicio del mismo, generando los siguientes puntos:

1. Se armó el ambiente virtual para sus respectivas simulaciones el manejo en el software RobotStudio.
2. Se programó en RAPID y FlexPendant, piezas claves para el desarrollo de las prácticas de laboratorio para el movimiento del robot IRB 360.
3. Se concluyó y se puede corroborar, en base a los resultados obtenidos, que se cumplió las simulaciones de tareas pick and place.
4. Se elaboró el Manual de Laboratorio conformada por cuatro prácticas con distintas aplicaciones, todas ellas ambientadas al manejo del IRB 360 FlexPicker.

10. RECOMENDACIONES


- Verificar que la licencia de RobotStudio este activada, sus herramientas y dispositivos estén instalados.
- Para realizar cualquier cambio, revisar que el controlador esté apagado.
- Comprobar el funcionamiento del programa realizado en modo manual y posterior ejecutar en modo automático.

11. BIBLIOGRAFÍA

- ABB. (2018). *Especificaciones del producto. IRB 360*. Obtenido de <https://library.e.abb.com/public/56e61c0e4e944b7f9e402ba52cdcf76/3HAC029963%20PS%20IRB%20360-es.pdf?x-sign=+5teMUSKHTii1STeRRY/ymK1S02fgaUQzo8xE2E2IIM6SZnLTekD6GHX8xCgdfyn>
- ABB. (2023). *IRB 360 FlexPicker*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/robots/delta-robots/irb-360>

- ABB. (2023). *IRC5-Industrial Robot Controller*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/controllers/irc5-overview/irc5>
- ABB. (2023). *RobotStudio Suite*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/es/robotstudio>
- ABB. (s.f.). *Application Manual ScreenMaker*. Obtenido de https://library.e.abb.com/public/b62731a5b2d5528bc125766d003a6228/Application_Manual_ScreenMaker.pdf
- ABB Robotics. (2023). *Especificaciones del producto Controlador IRC5*. Obtenido de <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3HAC047400-005&LanguageCode=es&DocumentPartId=&Action=Launch>
- Castillo, J. C. (2012). *RobotStudio: Actividad 12 (Instrucciones MoveJ, MoveL y MoveC)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=M-qHYXcPtL0>
- Castillo, J. C. (2016). *RobotStudio: Actividad 10-(Iniciación a la programación en RAPID)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=gHVX0LHLOTY>
- Castillo, J. C. (2016). *RobotStudio: Programación y configuración con FlexPendant (I)*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=6pkd_phPJtw
- Castillo, J. C. (2016). *RobotStudio: Programación y configuración con FlexPendant (II)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=vPiaQ3648Ww&t=888s>
- Castillo, J. C. (2020). *4-Proyecto RobotStudio: HMI en FlexPendant con ScreenMaker*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Bk87lrnBsZE>
- Khamis, A. (10 de Mayo de 2006). *Lenguaje RAPID*. Obtenido de <http://personal.biada.org/~jhorriillo/INTRODUCCIO%20RAPID.pdf>
- López, A. C. (2017). *RobotStudio - Práctica nº 14A: Pick and place mediante objetos inteligentes*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=_ozEN9Op0D8
- Iyer, J. (2019). *Tutorial 2 Using ABB library for gripper and targets*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=7g5ViG5wBQk>
- Torres, E. (s.f.). *ABB Core Training Sesión 2 Parte 2*.
- vT Automatización y Robótica. (2021). *CIR- Conceptos Básicos- Introducción*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=EYkBuI8vwWQ&list=PLpyjNmi6BTHusr5sPuC7RiRZgZpHAPruR&index=3>
- Dachang Zhu, Yonglong He, Xuezhe Yu, & Fangyi Li. (2023). Trajectory Smoothing Planning of Delta Parallel Robot Combining Cartesian and Joint Space. *Mathematics*, 11(21). <https://www.mdpi.com/2227-7390/11/21/4509>
- Ghafari Tamizi, M., Ahmadi Kashani, A. A., Abed Azad, F., Kalhor, A., & Masouleh, M. T. (2022). Experimental study on a novel simultaneous control and identification of a 3-DOF delta robot using model reference adaptive control. *European Journal of Control*, 67, 100715. <https://doi.org/10.1016/J.EJCON.2022.100715>
- Rashid Tabasam, Ali Asif, & Chu Yu-Ming. (2021). *Hybrid BW-EDAS MCDM methodology for optimal industrial robot selection*. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0246738>
- Savin, I., Ott, I., & Konop, C. (2022). Tracing the evolution of service robotics: Insights from a topic modeling approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121280>

12. ANEXOS

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA <small>ECUADOR</small>		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA #1


NÚMERO DE ESTUDIANTES:

DOCENTE:

**TIEMPO ESTIMADO:
2 HORAS**

TEMA: “Reconocimiento de las partes de los componentes elementales del Robot Paralelo IRB 360, Controlador IRC5 y manipulación FlexPendant

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

A. OBJETIVO GENERAL

- Reconocer de las partes de los componentes elementales del Robot Paralelo IRB 360, Controlador IRC5 y manipulación FlexPendant

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender el funcionamiento de cada elemento que forma parte del robot.
- Reconocer los periféricos de entradas y salidas digitales y/o analógicas del controlador IRC5
- Manipular bajo movimiento articular y cartesiano del robot en su área de trabajo mediante FlexPendant.

C. MARCO TEÓRICO

IRB 360 FLEXPICKER

IRB 360, como se puede observar en la Figura 2, ofrece alta confiabilidad y precisión, es el robot delta industrial más rápido del mundo. Tiene un rendimiento con tiempos de ciclo cortos de movimiento, con una precisión de carga útil de 1 a 8 kg y alcances de 1130 mm y 1600 mm funcionando a alta velocidad en cualquier lugar con tolerancias estrictas. Posee una brida para herramientas estándar que permite la instalación de pinzas de mayor tamaño ajustables lo que permite administrar de manera efectiva los productos envueltos en movimiento desde una banda de indexación. (ABB, 2023)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

CONTROLADOR IRC5

El IRC5, como se muestra la Figura 3, es un punto de referencia en tecnología de controladores de robots para la industria robótica. Brinda flexibilidad, seguridad, modularidad, compatibilidad con herramientas de PC y control de múltiples robots. Está disponible en una variedad de versiones para brindar soluciones económicas y optimizadas para cada necesidad. (ABB, 2023)

FLEXPENDANT

Unidad de operación manual del robot y se utiliza en diferentes tareas para la modificación de parámetros del mismo como: subir programas, modificar la posición de las articulaciones, los programas, etc. (Torres)

D. MARCO PROCEDIMENTAL

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA <small>ECUADOR</small>		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

Se manejan los siguientes equipos:

IRB 360

El robot paralelo se encuentra en el C. P. I. Robótica de la Universidad Salesiana es la versión IRB 360-6/1600 de la marca ABB, puede manejar objetos con una carga máxima de hasta 6 kg. Tiene cuatro axis que permite su movimiento en 3-GDL, como se muestra en la Figura 1.

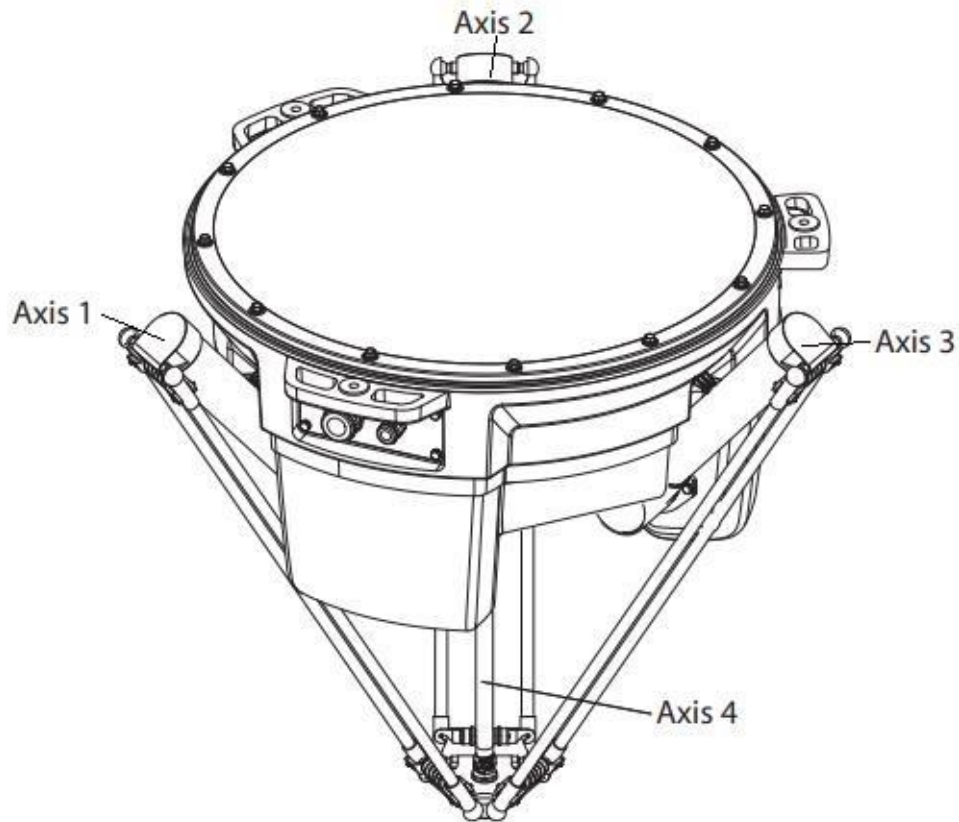


Figura 1. IRB 360 (ABB, 2018)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

Controlador IRC5

El controlador IRC5, que se encuentra en el laboratorio, puede dividirse en dos módulos: Drive Module (Sistema de accionamiento) y Control Module (Sistema de Control). En su panel de control muestra los botones del controlador como se muestra en siguiente Figura 2.

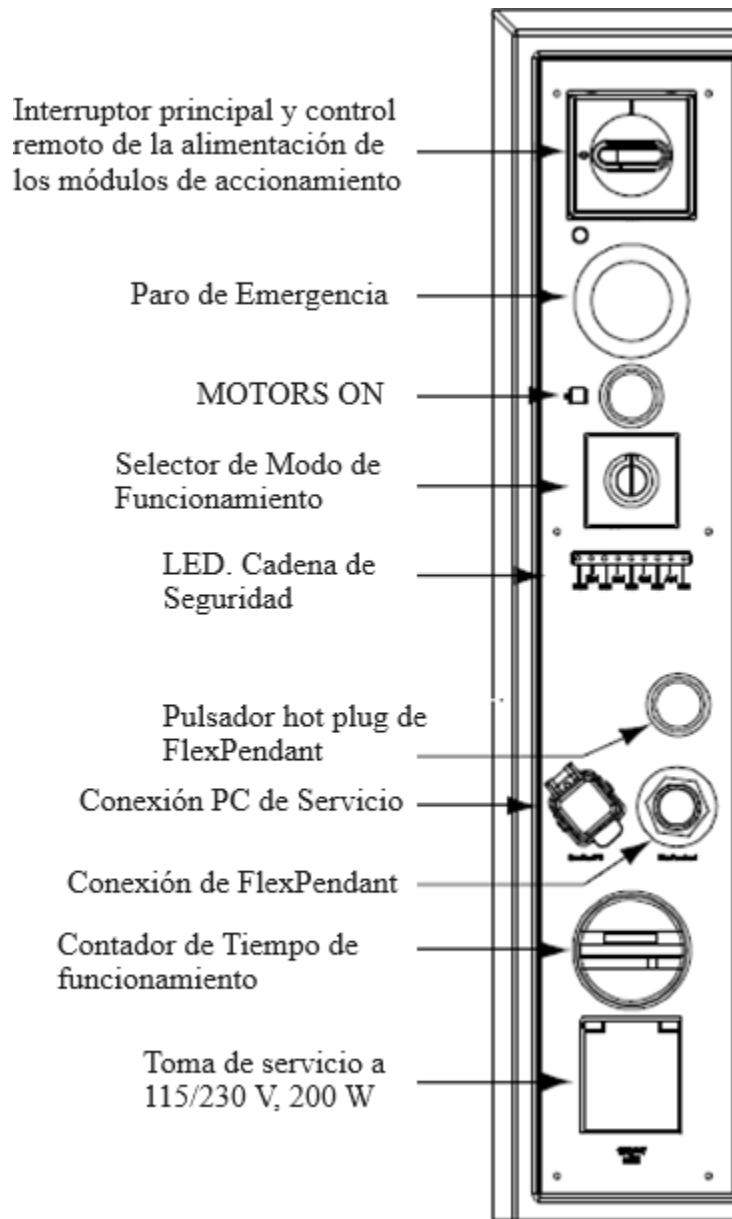



Figura 2. Panel de Control Controlador IRC5.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

FlexPendant

El FlexPendant es el dispositivo usado para controlar manual y automáticamente el robot IRB 360, posee una pantalla táctil, paro de emergencia y Joystick. En su tablero muestra una serie de botones para poder manejar el robot antes mencionado, en su Figura 3 y Tabla 1 se menciona cada una de sus funciones.

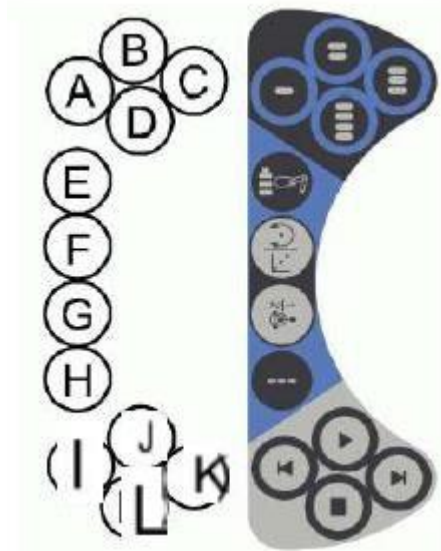


Figura 3. Botones del FlexPendant. (Torres, s.f.)

	Funciones
A	Botón programable, se define en el FlexPendant
B	Botón programable, se define en el FlexPendant
C	Botón programable, se define en el FlexPendant
D	Botón programable, se define en el FlexPendant
E	Selección de la unidad mecánica
F	Cambio de modo a línea o reorientación
G	Cambiar entre motores de articulaciones 1-3 o 4-6
H	Selector de incrementos, para la precisión del joystick
I	Botón para retroceder una instrucción
J	Botón de inicio de ejecución del programa
K	Botón de avance a la siguiente instrucción
L	Botón de paro del programa

Tabla 1. Botones del FlexPendant. (Torres, s.f.)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

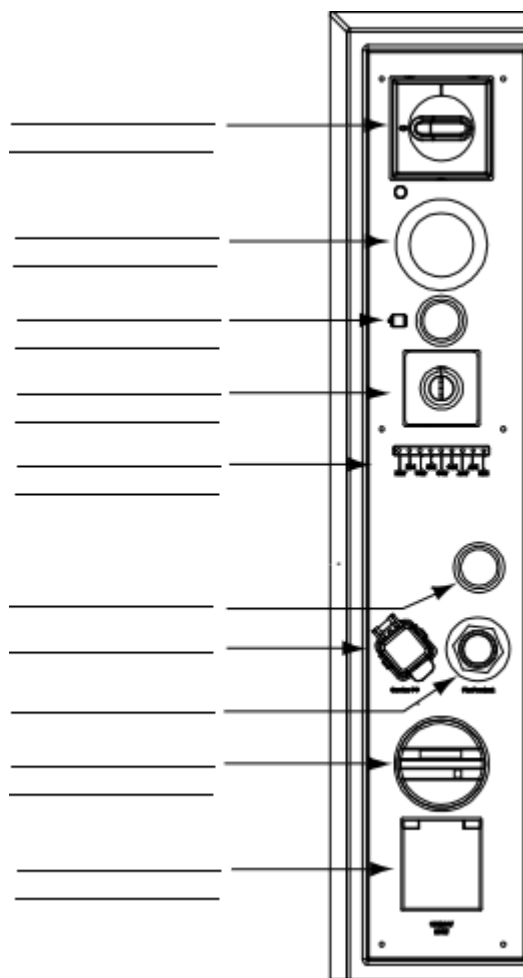
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

E. RECURSOS UTILIZADOS

- Robot Paralelo IRB 360
- Controlador IRC5
- FlexPendant

F. RESULTADOS

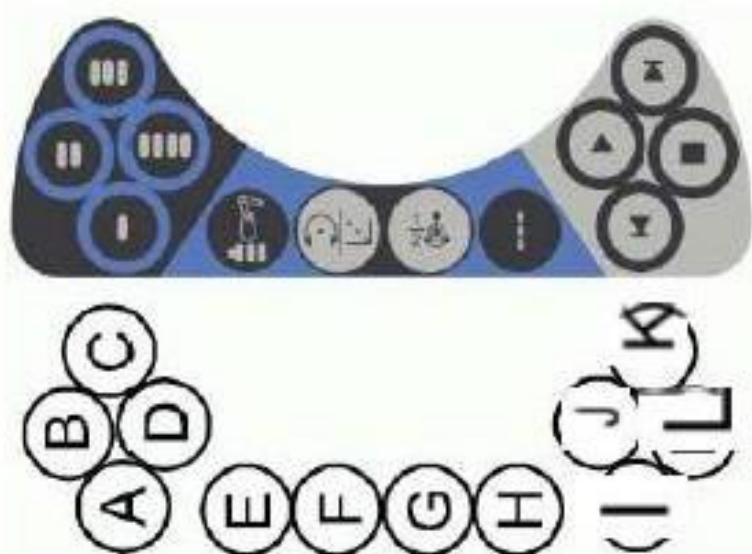
1. Señalar las partes del siguiente elemento:



2. Complete la tabla según corresponda

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
SEDE	GUAYAQUIL

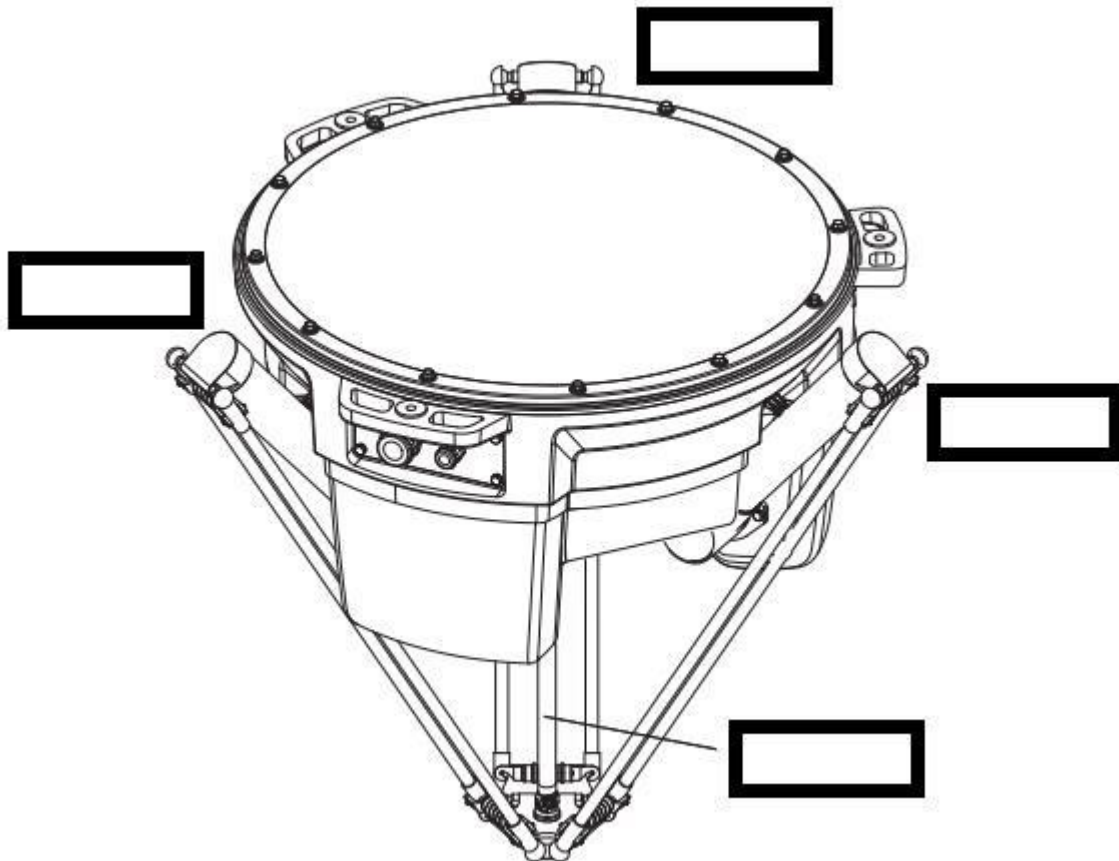


	Funciones
A	
B	Botón programable, se define en el FlexPendant
C	
D	
E	
F	Cambio de modo a línea o reorientación
G	
H	
I	
J	
K	
L	Botón de paro del programa

3. Señale las partes de la siguiente Figura

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:


 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	



G. BIBLIOGRAFÍA

- ABB. (2018). *Especificaciones del producto. IRB 360*. Obtenido de <https://library.e.abb.com/public/56e61c0e4e944b7f9e402ba52cdcfc76/3HAC029963%20PS%20IRB%20360-es.pdf?x-sign=+5teMUSKHTii1STeRRY/ymK1S02fgaUQzo8xE2E2IIM6SZnLTekD6GHX8xCgdfyn>
- ABB. (2023). *IRB 360 FlexPicker*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/robots/delta-robots/irb-360>
- ABB. (2023). *IRC5-Industrial Robot Controller*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/controllers/irc5-overview/irc5>
- Torres, E. (s.f.). *ABBB Core Training Sesión 2 Parte 2*.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA <small>ECUADOR</small>		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA #2

NÚMERO DE ESTUDIANTES:

DOCENTE

**TIEMPO ESTIMADO:
2 HORAS**

TEMA: “Introducción a RobotStudio, construcción de estación y definición TCP mediante pilotaje de articulación cartesiana.”

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

A. OBJETIVO GENERAL

- Conocer RobotStudio, construir la estación y definir TCP mediante pilotaje de articulación cartesiana

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Crear la estación con el robot IRB 360
- Desplazar el robot a la posición requerida.

C. MARCO TEÓRICO

ROBOTSTUDIO

Es una aplicación de programación y simulación robóticas, se basa en la tecnología de controladores virtuales al permitir experimentar, realizar pruebas y pulir la instalación del robot en un entorno virtual. (ABB, 2023)

D. MARCO PROCEDIMENTAL

1. Abrir el acceso a RobotStudio 2023.
2. Una vez abierto el software, aparecerán tres opciones: Estación, Archivo de Módulo de RAPID y Archivo de configuración de un Controlador, como se muestra en la Figura 1.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

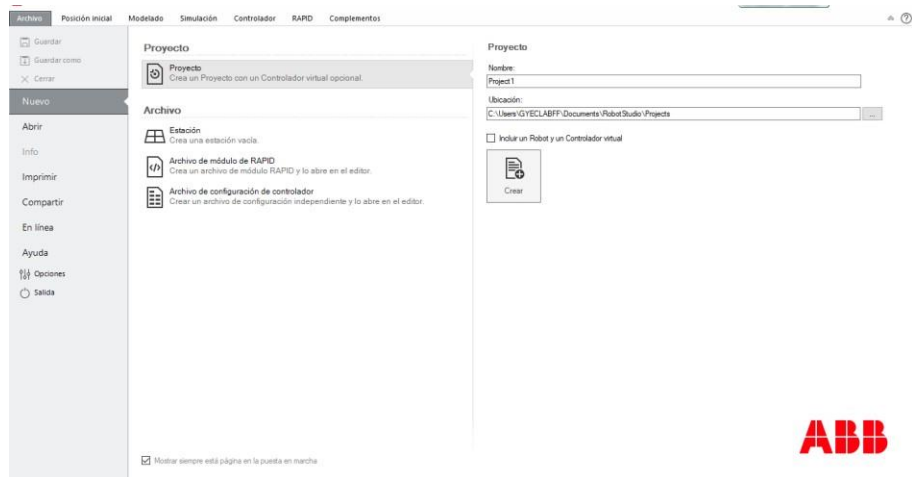


Figura 1. Pantalla de Inicio RobotStudio 2023

3. Se escoge la opción “Estación”, como se muestra en la Figura 2.

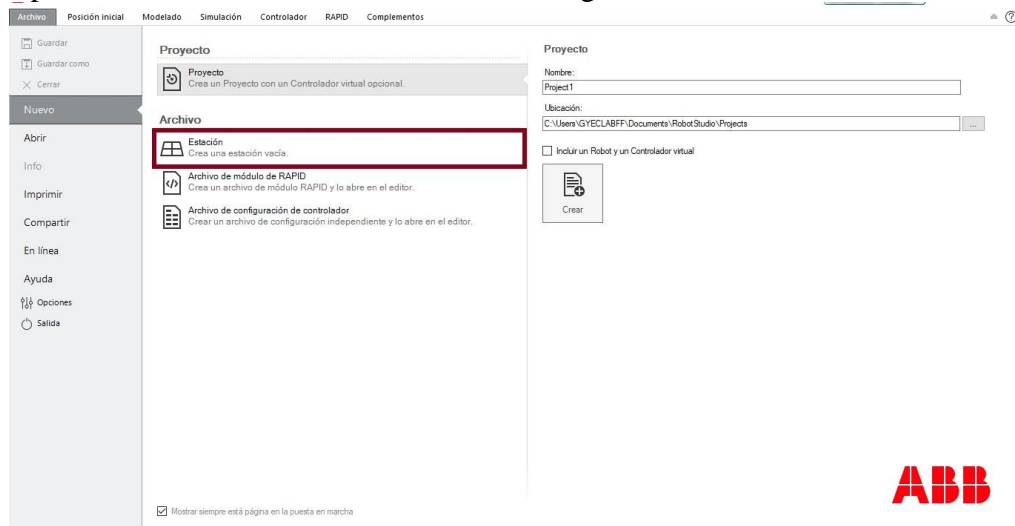


Figura 2. Opción de “Estación”.

4. Dar clic en el botón “Crear”, ubicado en paralelo a las tres opciones como se observa en la Figura 3.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

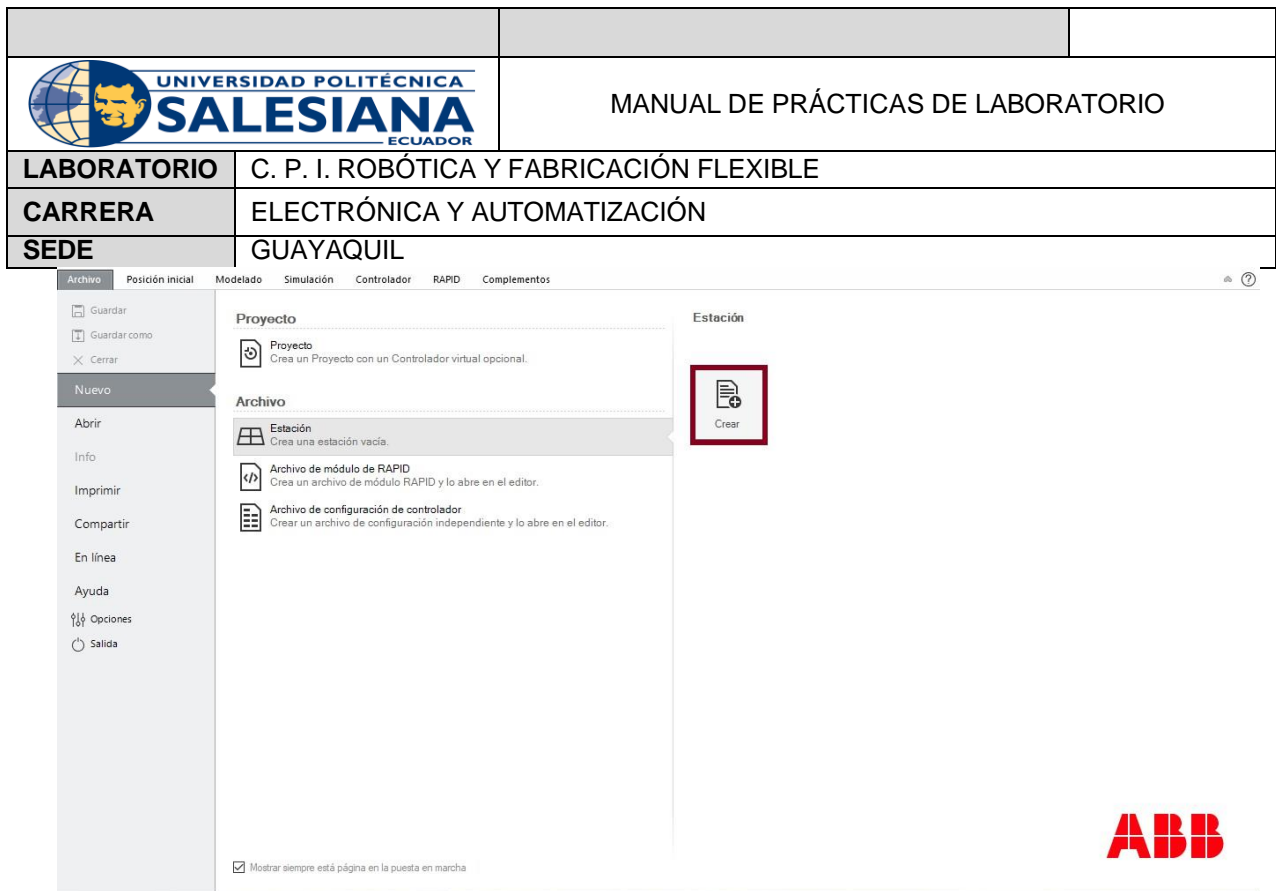


Figura 3. Seleccionar “Crear”.

- Luego de dar un clic en la opción “Crear”, aparecerá el ambiente virtual donde se desarrollará la programación o diseño de la estación, como se muestra en la Figura 4.

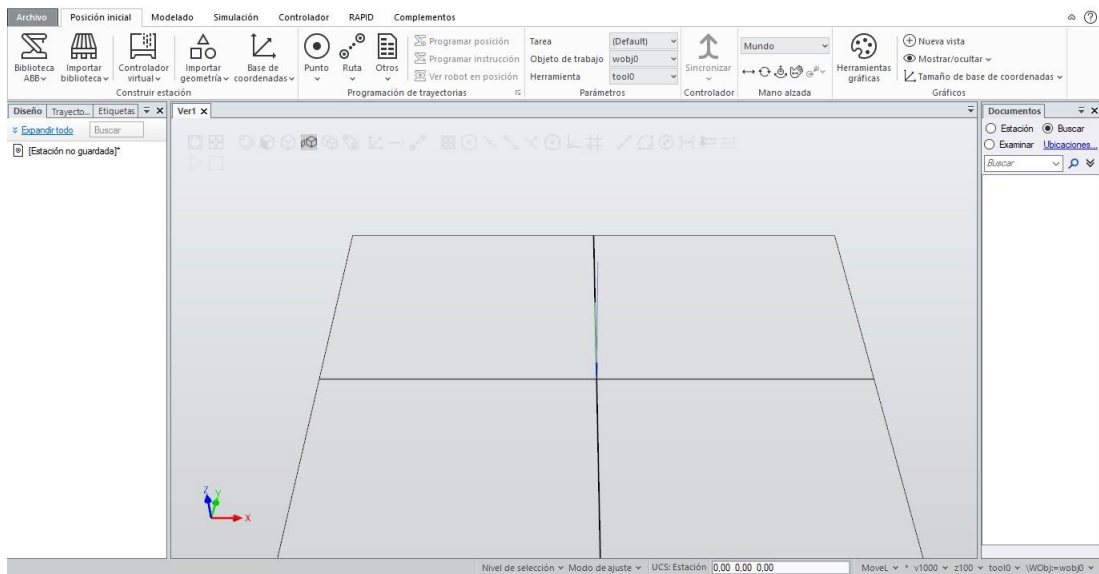



Figura 4. Pantalla de Ambiente virtual.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

Nota:

- Para mover la estación en 360° se utilizan las teclas: Ctrl+Shift+Click izquierdo sostenido o con las flechas del teclado
- Para mover la estación de izquierda a derecha y arriba abajo se utiliza la Tecla Ctrl+Click izquierdo sostenido.
- Para maximizar y minimizar la estación se usa la rueda del mouse

6. En la Pestaña Inicial, en el ícono “Importar Biblioteca”, como se muestra en la Figura 5. Se encuentran distintos tipos de objetos y controladores que se puede usar en la estación.

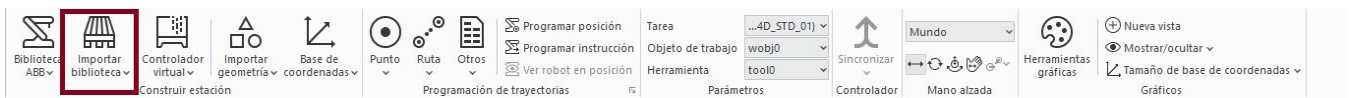


Figura 5. Configuración inicial, ícono “Importar Biblioteca”

7. En la Pestaña Inicial, en el ícono “Biblioteca ABB”, aparecen los distintos modelos de robot con los que se podría trabajar, como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Pestaña inicial, ícono “Biblioteca ABB”

8. Se desciende hasta “Robot Paralelo” (Parallel Robots) donde se halla el IRB 360

9. Al darle click aparecerá una pestaña la cual pide el rango, capacidad y el tipo de robot. Se agregan las características mostradas en la Figura 7.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

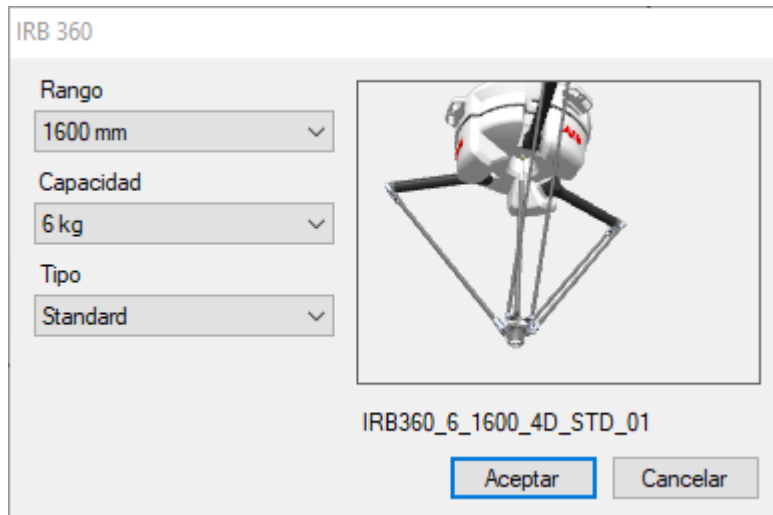


Figura 7. Características del Robot IRB 360

10. Se adapta el robot a las características y se da click en “Aceptar”.

11. El robot seleccionado aparece en la estación de trabajo, como se muestra en la Figura 8.

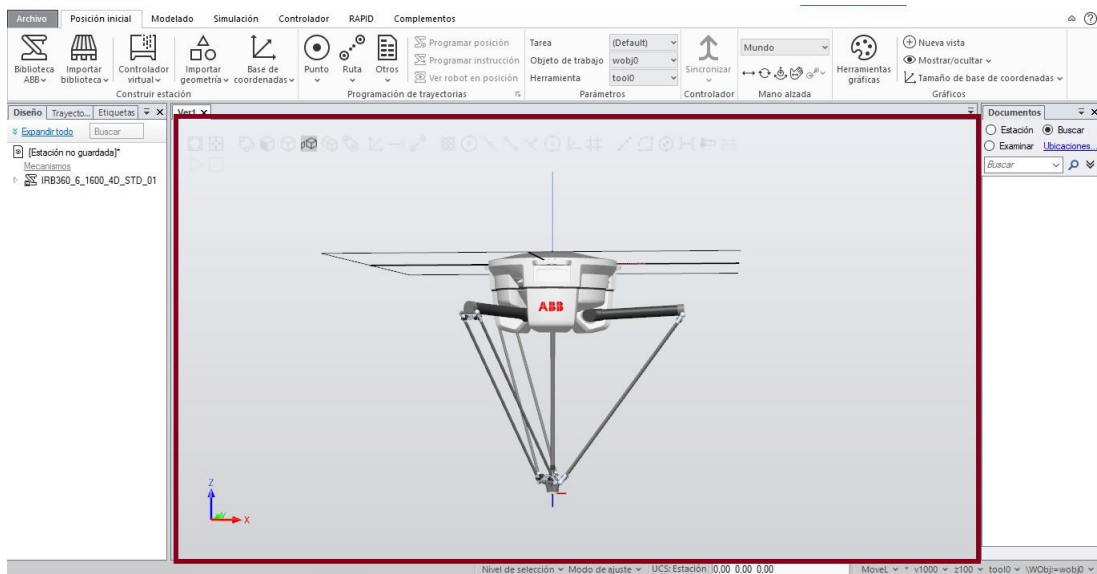


Figura 8. Estación de Trabajo con el Robot IRB360.

12. En la Figura 9, en la parte izquierda de la pestaña llamada “Diseño” aparece una ventana con un mecanismo llamado “IRB360_6_1600_4D_STD_01” con una carpeta llamada “Eslabones”.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

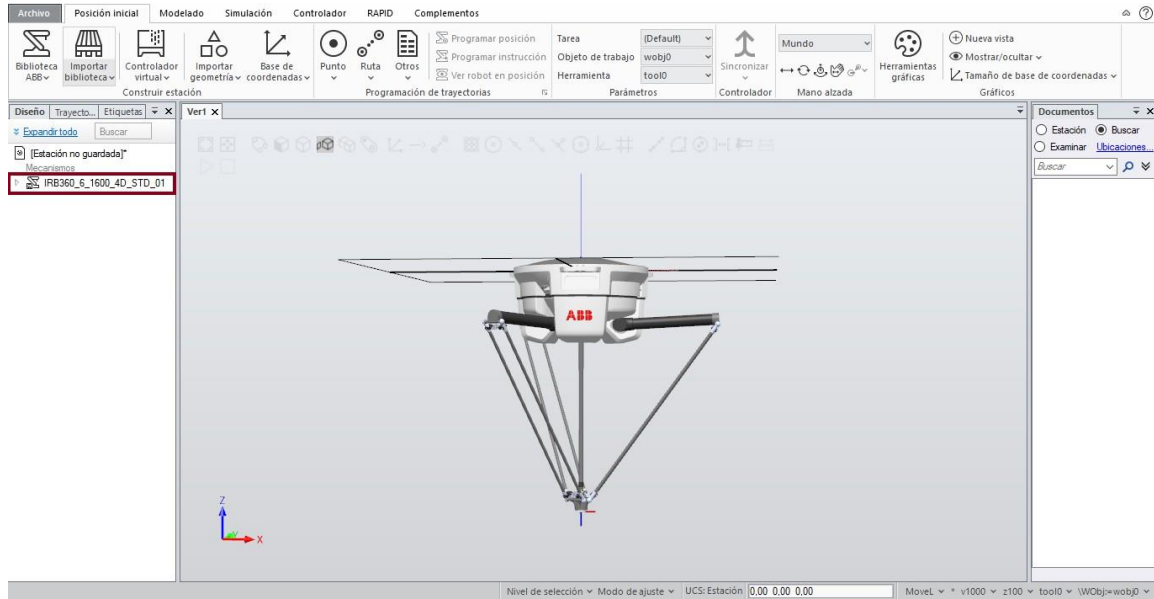


Figura 9. Estación de Trabajo con el Robot IRB360.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

13. Al darle click, aparece una carpeta llamada “Eslabones” que muestra las partes del Robot, como se muestra en la Figura 10.

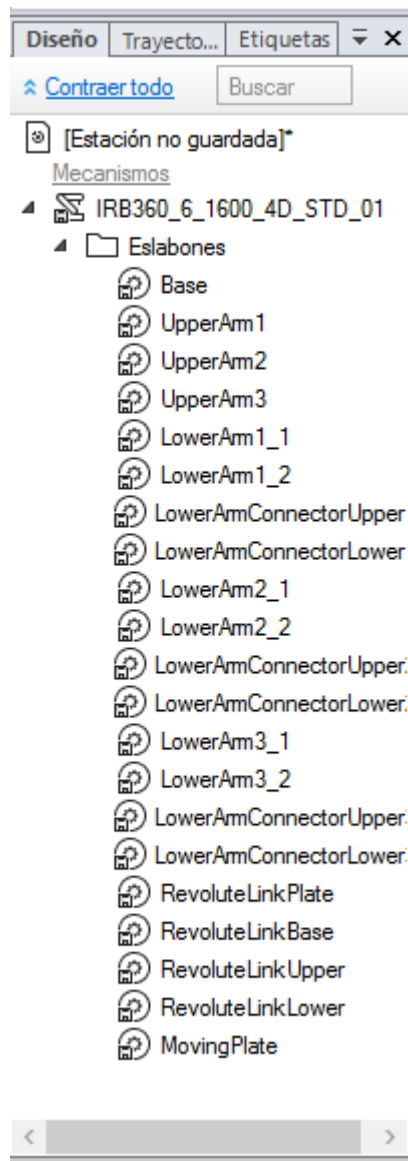


Figura 10. Estación de Trabajo con el Robot IRB360.

14. Al dar click sobre “IRB360_6_1600_4D_STD_01” la figura se sombrea de un tono azulado, como se muestra en la Figura 11. Lo mismo pasaría si se selecciona alguno de los eslabones del robot indicando la parte sombreada.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

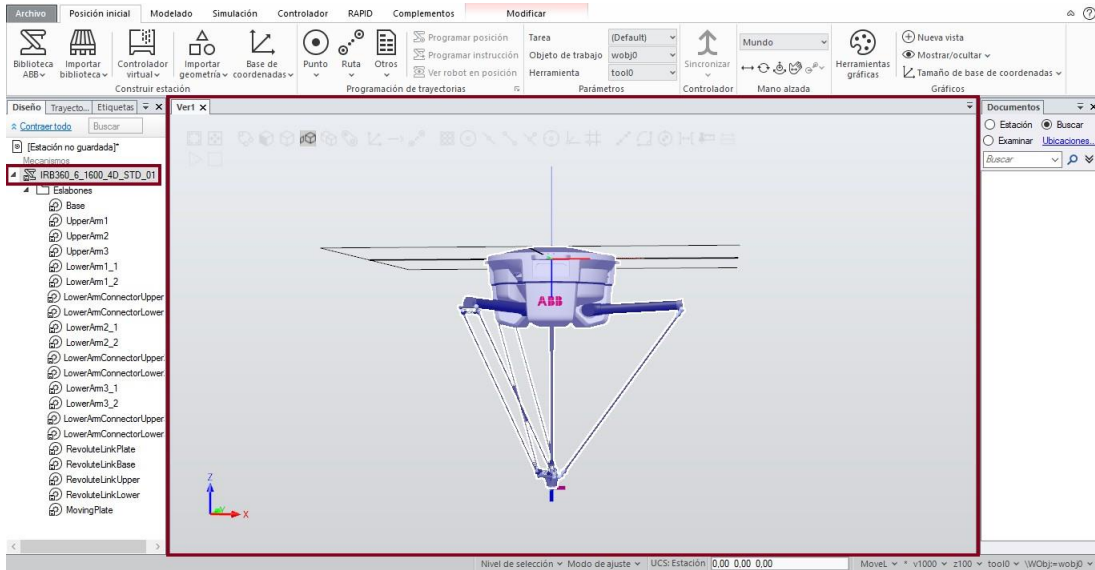


Figura 11. Robot IRB360 sombreado.

15. Una vez agregado el robot, se da click en Controlador Virtual, tal y como se muestra en la Figura 12.



Figura 12. Controlador Virtual.

16. Se escoge la opción “Desde Diseño”. Aparece la pestaña que se muestra en la Figura 13.

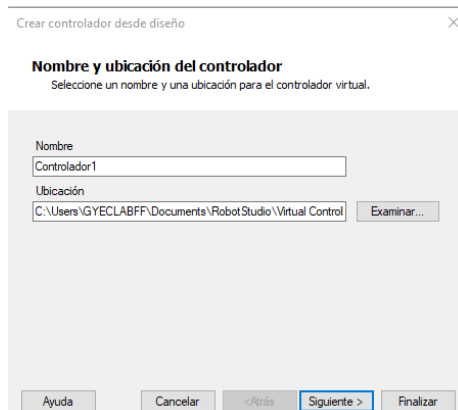


Figura 13. Nombre y Configuración del Controlador.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

17. Se da click en finalizar y aparece el controlador.

18. Se procede a ir a la Pestaña Modelado dando click en “Crear Herramienta”. Como se muestra en la Figura 14.

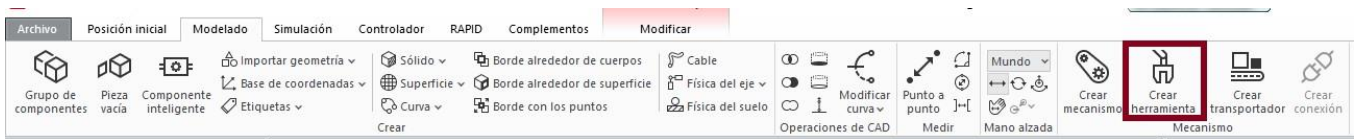


Figura 14. Pestaña Modelado. Opción “Crear Herramienta”

19. Aparece una pestaña donde se indica usar una pieza simulada o existente. Como se muestra en la Figura 15.

✕

Crear herramienta

Información de herramientas (paso 1 de 2)
 Introduzca un nombre y seleccione el componente que está asociado a la herramienta.

Nombre:

Seleccione componente:
 Usar existente Usar pieza simulada

Masa (Kg):

Centro de gravedad (mm):

Momento de inercia Ix, Iy, Iz (kgm²):

Figura 15. Pieza Simulada

20. Al agregar los valores requeridos, aparece la siguiente pestaña que muestra el TCP, se agregan los valores de posición y orientación correspondiente y se click en terminar. Como se muestra en la Figura 16.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

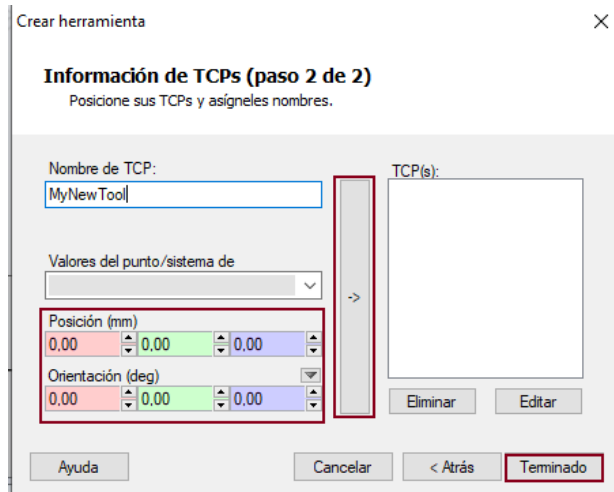


Figura 16. TCP de la Herramienta

21. Luego de haber creado la herramienta, se arrastra hacia la carpeta “IRB360_6_1600_4D_STD_01” y automáticamente aparece instalada en el robot.

Existen varias formas de mover el Robot: Mano Alzada, Base de Coordenadas, Posición, Punto y Ruta.

1. La opción “Mano alzada” se encuentra en la Pestaña “Posición Inicial”, como se muestra en la Figura 17. En ella se podrá mover, arrastrar o girar el robot o movimiento del eje que permite mover un eslabón a la posición deseada.

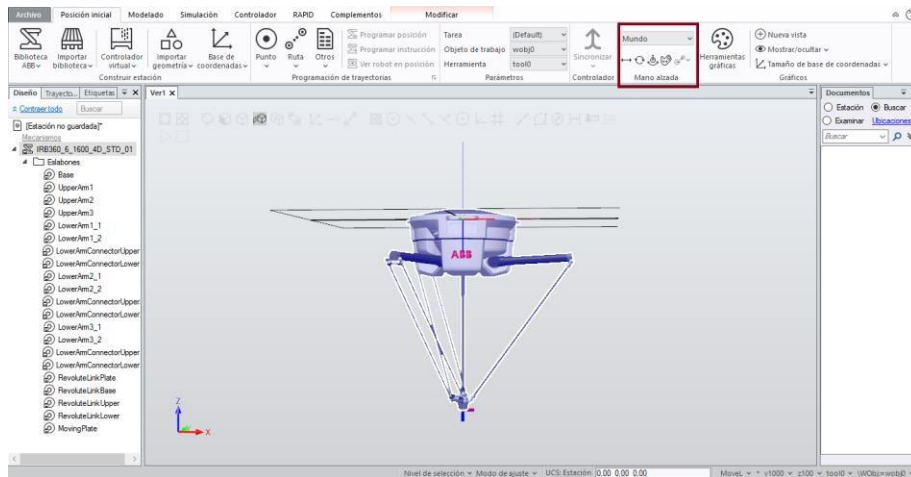


Figura 17. Posición Inicial, opción “Mano alzada”.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

2. “Base de Coordenadas” se encuentra en la misma pestaña que la opción “Mano Alzada”, como se muestra en la Figura 18.

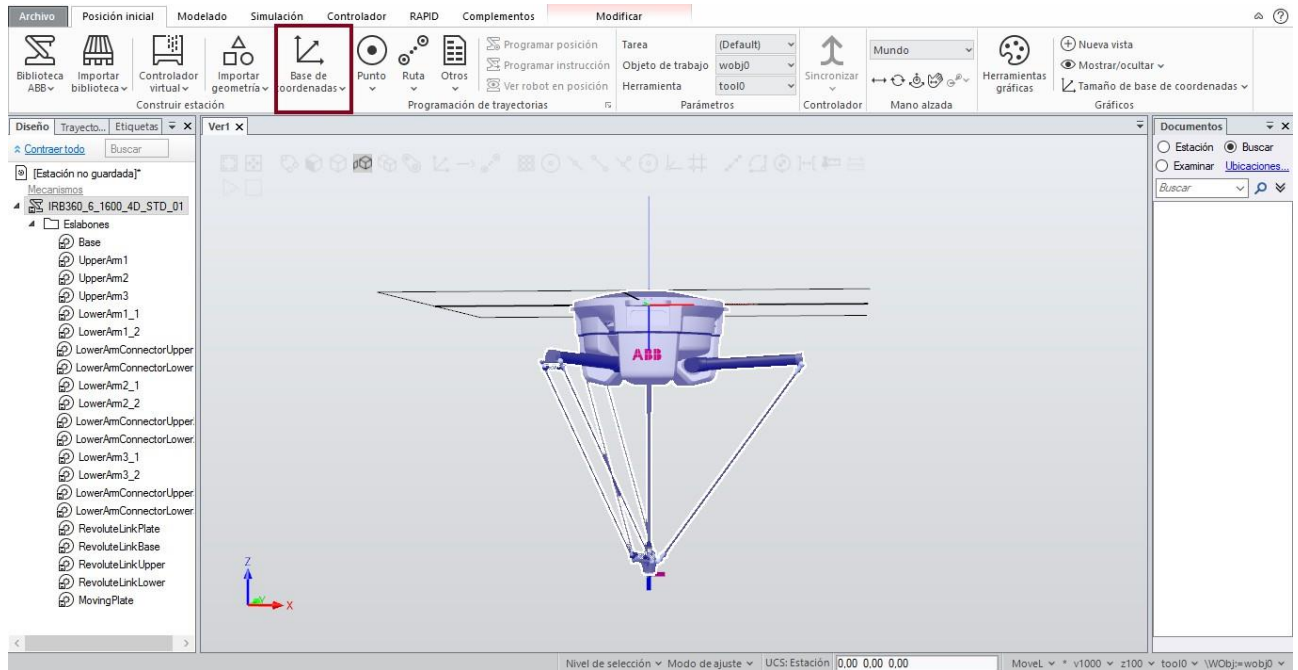


Figura 18. Base de Coordenadas

Permite crear un sistema de coordenadas modelado y una base de coordenadas con tres puntos, como muestran las Figuras 19 y 20.

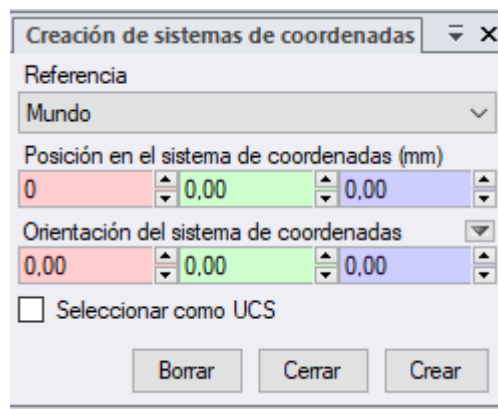



Figura 19. Sistema de coordenadas Modelado

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

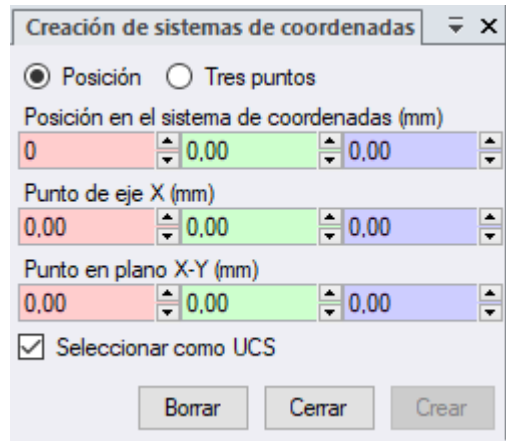


Figura 20. Sistema de coordenadas de tres puntos.

3. “Posición” se encuentra al dar click derecho al mecanismo llamado “IRB360_6_1600_4D_STD_01” que muestra las opciones: “Fijar Posición”, “Girar”, “Posición de offset” y “Situar”.
- “Fijar Posición”, establece la posición y orientación de un objeto con el sistema de coordenadas dado, como se indica en la Figura 21.

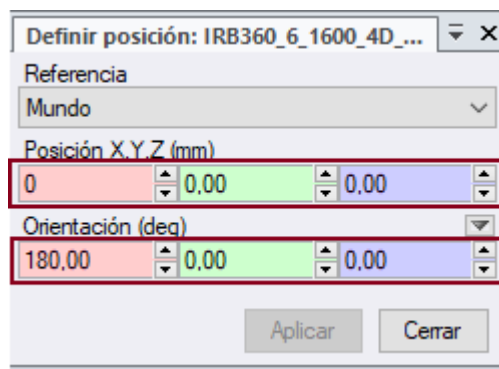


Figura 21. Definir Posición.

- “Girar” permite girar o rotar el objeto ingresando los valores con los que se trabajará. Como se muestra la Figura 22.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

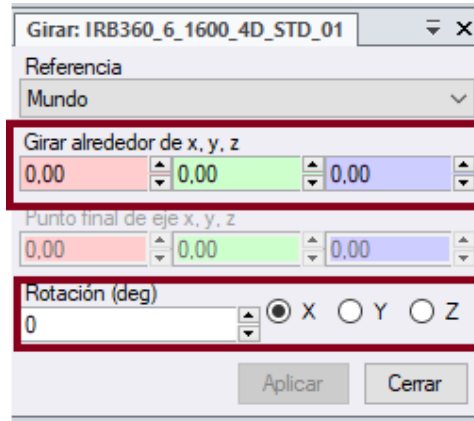


Figura 22. Girar el Mecanismo.

- “Posición de offset”, mueve el mecanismo a una distancia especificada, como se muestra en la Figura 23.

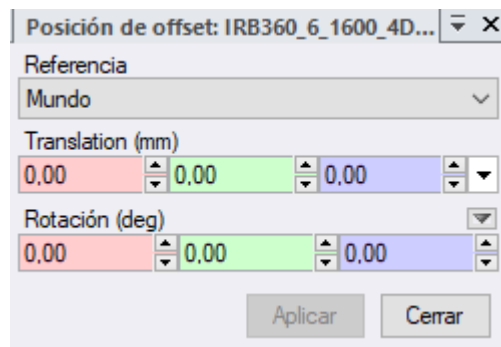


Figura 23. Posición offset.

- “Situación” permite mover el objeto o un grupo de objetos dependiendo de:
 - ✓ “Un punto” se mueve de un punto a otro.
 - ✓ “Dos Puntos” se mueve según la relación de los planos.
 - ✓ “Tres puntos” se mueve según la relación entre los tres puntos.
 - ✓ “Base de coordenadas” se mueve en base al marco seleccionado.
 - ✓ “Dos bases de coordenadas” se mueve al segundo marco usando el primer marco como referencia.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

Las opciones “Punto” y “Ruta”, al igual que las dos primeras opciones de movimiento, se encuentra en la pestaña “Posición inicial” como se muestra en las Figuras 24 y 25.



Figura 24. Posición



Figura 25. Punto

Para mover los objetos según la posición, se escoge “Punto”.

- a. Aparecen las opciones “Crear Punto”, “Crear posición de ejes” y “Crear Puntos de Arista”
- b. Selecciona “Crear Punto” y se muestra una ventana indicando unos valores predeterminados y se presiona “Aceptar”. Como indica la Figura 26.

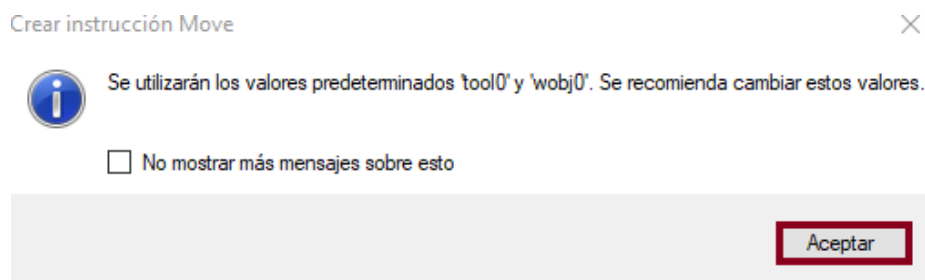


Figura 26. Valores Predeterminados.

- c. Se muestra una pestaña en la parte izquierda de la pantalla. “Crear Punto” aparecen las opciones Posición (mm) y Orientación (deg) que permite crear cualquier punto en el espacio de la estación en coordenadas cartesianas. Como se muestra la Figura 27.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

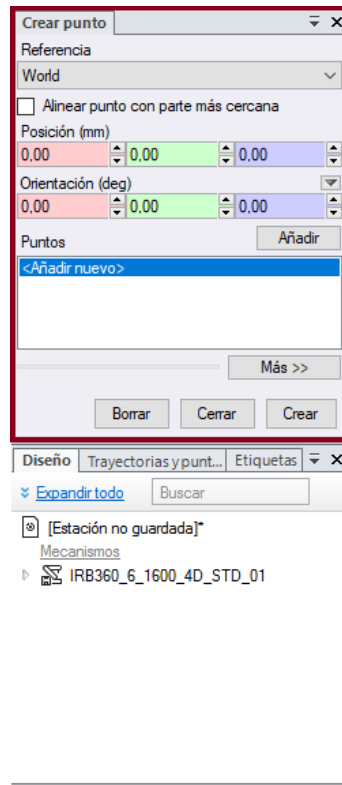


Figura 27. Crear Punto

- d. Se indica los valores que uno requiera como punto de referencia y se click en la opción “Añadir”. Como se muestra en la Figura 28.

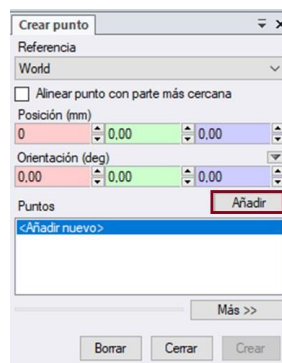


Figura 28. Opción Añadir.

- e. En la ventana “Puntos”, se añade como Punto 1, Punto 2 y así sucesivamente. Como se muestra en la Figura 29.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

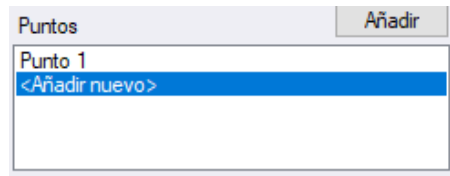


Figura 29. Puntos.

Se pueden añadir distintos puntos dando click en la estación.

f. Se da click en la opción más, como se muestra en la Figura 30.

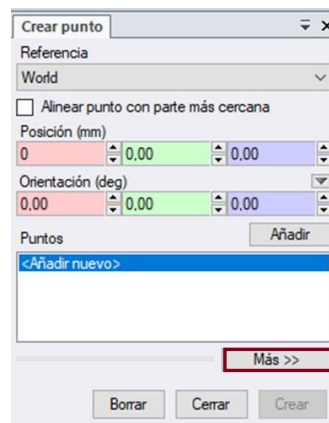


Figura 30. Opción “Más>>”

g. Aparece una ventana indicando el nombre del punto, tarea y objeto de trabajo. Como indica la Figura 31.

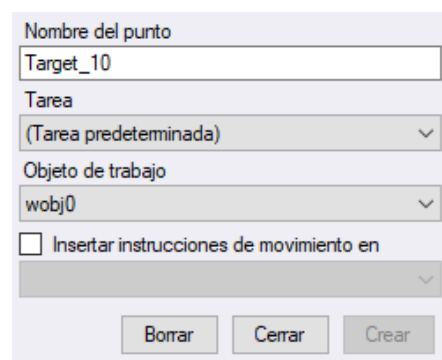


Figura 31. Ventana de indicaciones.

h. Al haber escogido una posición y orientación se concede el nombre del punto o bien dejar el nombre predeterminado. Como se muestra en la Figura 32.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

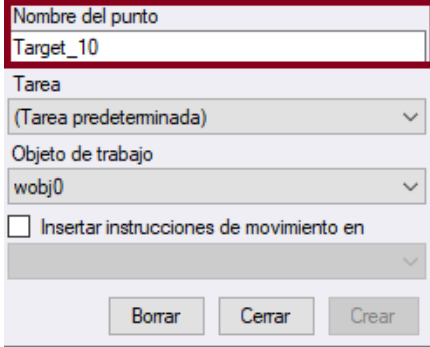


Figura 32. Nombre del Punto

- i. En la siguiente opción “Tarea” se escoge entre (Tarea Predeterminada) o el robot usado. En este caso se escoge la opción IRB 360, como se indica en la Figura 33.

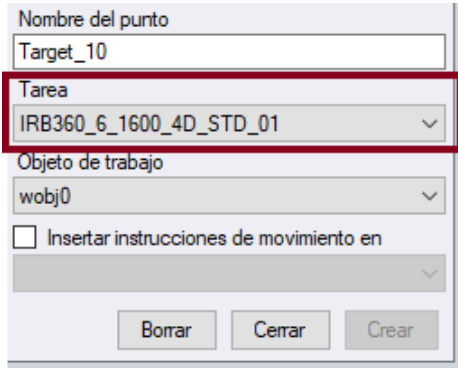


Figura 33. Tarea.

- j. Se da click en la opción “Crear”, como indica la Figura 34.

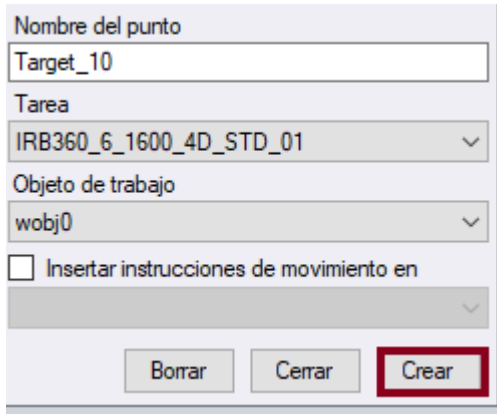


Figura 34. Opción “Crear”

- k. En la ventana que muestra la Figura 35, se selecciona Trayectorias y Puntos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

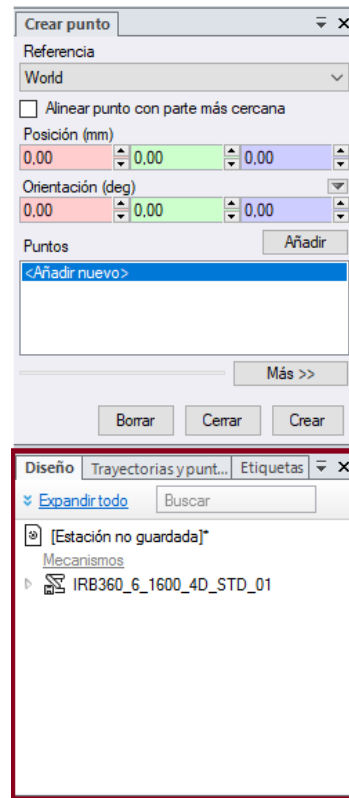


Figura 35. Estación

- I. En “Trayectorias y Puntos” se muestra se observa una carpeta llamada “Elementos de estación”. Como se indica en la Figura 36.

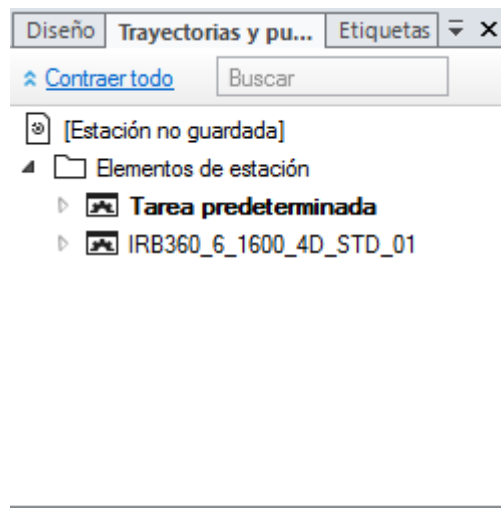


Figura 36. Trayectorias y puntos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

m. Se selecciona la opción con el nombre del robot. Como se muestra en la Figura 37.

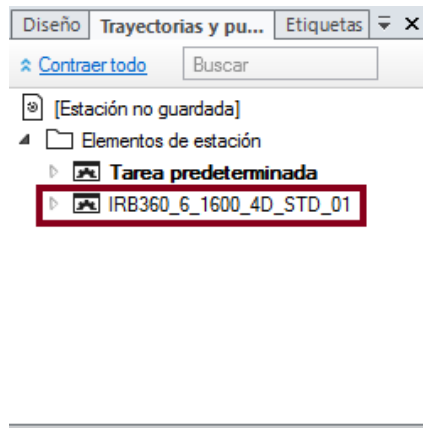


Figura 37. IRB 360

n. Aparecen tres carpetas. Se selecciona “Objetos de trabajo y Puntos”, como se muestra en la Figura 38.

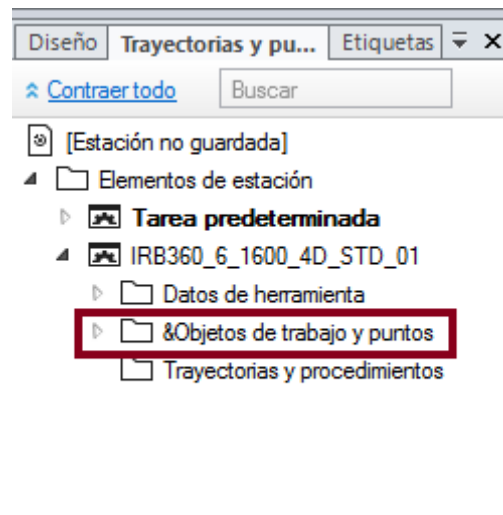



Figura 38. Objetos de trabajo y Puntos.

o. En esta carpeta aparecen los puntos añadidos anteriormente. Como se indica en la Figura 39.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

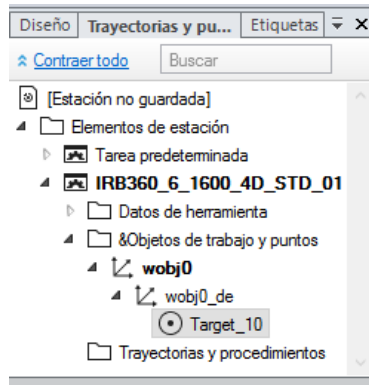


Figura 39. Puntos añadidos.

Al hacerle click izquierdo del mouse al punto añadido anteriormente aparece una nueva pestaña llamada “Modificar”, como se muestra en la Figura 40. Donde podrá modificarse el punto con nuevas especificaciones.



Figura 40. Configuración ‘Modificar’

Para crear una trayectoria con los puntos creados. Se da click derecho en el punto añadido y se dirige a la opción “Añadir Trayectoria” donde se escoge la secuencia de los puntos y la secuencia creada se añade directamente en la carpeta “Trayectorias y Procedimientos”.

Para mover los objetos según la trayectoria, se escoge la opción “Ruta”.

Aparecen las opciones “Trayectoria Vacía”, “Trayectoria Automática” y “Trayectoria sin Colisiones”.

- “Trayectoria Vacía” crea un recorrido aleatorio y aparece directamente en la carpeta “Trayectorias y Procedimientos. Como se muestra en la Figura 41.

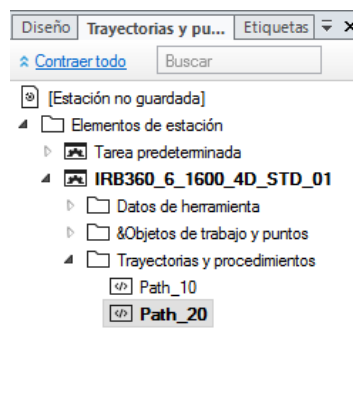


Figura 41. Trayectoria Vacía

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

- “Trayectoria Automática” crea un recorrido a partir de los ejes de geometría o de una curva. Como se muestra en la Figura 42.

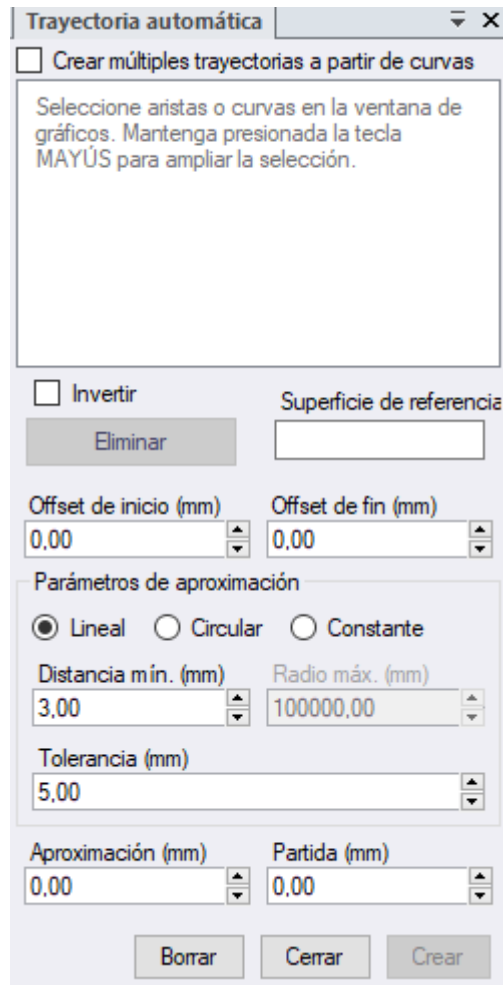


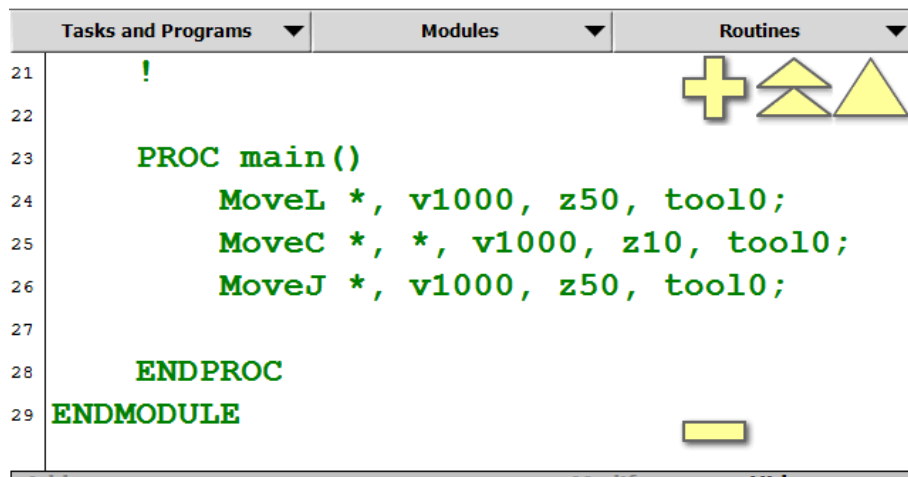
Figura 42. Trayectoria Automática

Se selecciona el objeto y automáticamente aparece en color rojo la trayectoria que seguirá el robot.

El software RobotStudio se maneja con un lenguaje llamado RAPID, los movimientos del robot se maneja con los comandos mostrados en la Figura 43.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	



```

21      !
22
23      PROC main()
24          MoveL *, v1000, z50, tool0;
25          MoveC *, *, v1000, z10, tool0;
26          MoveJ *, v1000, z50, tool0;
27
28      ENDPROC
29  ENDMODULE

```

Figura 43. Comandos comunes en FlexPendant

- Move L, que permite movimientos lineales
- Move C, permite movimientos circulares
- Move J, movimientos absolutos

Para modificar las instrucciones anteriores en la trayectoria, se da click derecho sobre la trayectoria y se escoge 'Editar Instrucción' como se muestra en la Figura 44.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

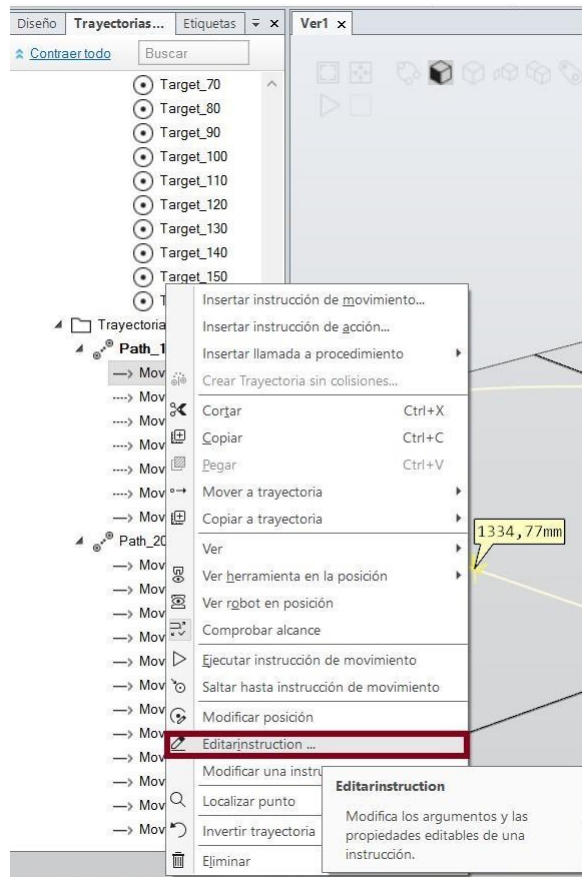


Figura 44. Editar Instrucción

Aparecerá una ventana donde, en este caso, se muestran dos instrucciones. Tal y como se muestra la Figura 45.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

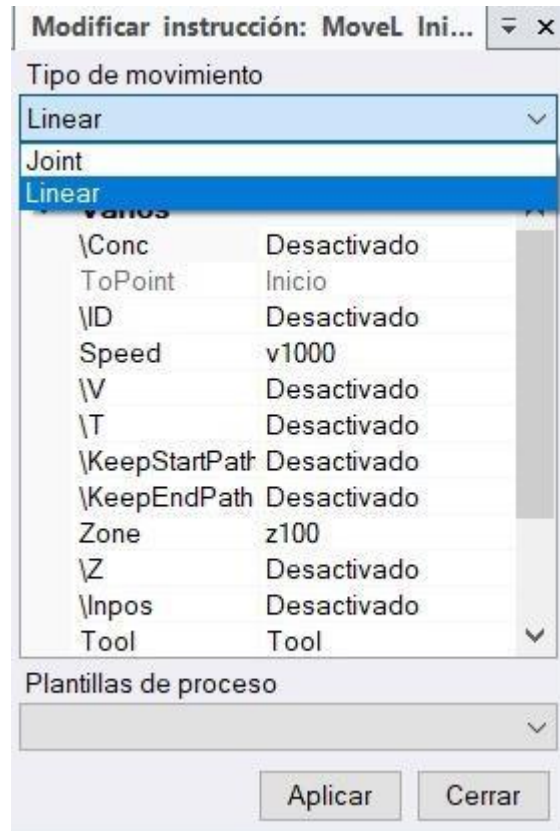


Figura 45. Modificar Instrucción

Para tareas Pick and Place existen dos formas.

La primera forma es con Smart Components, en la cual se usará la herramienta como si fuera una ventosa, se siguen los siguientes pasos:

1. Se ingresan tres objetos sólidos, como se muestra en la Figura 46.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

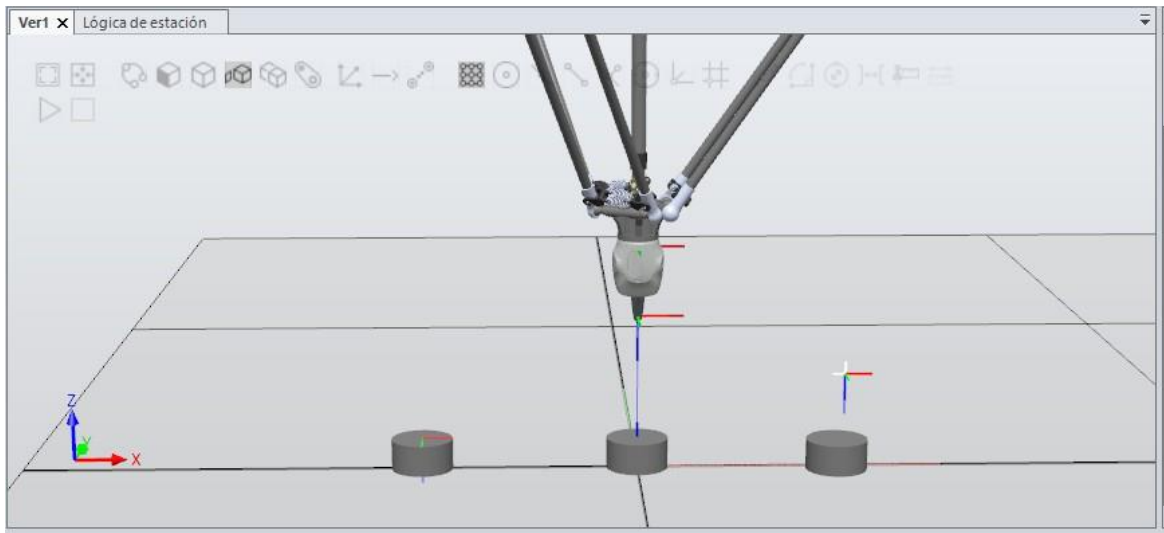


Figura 46. Objeto Sólido: Cilindro

2. El último objeto se lo coloca en la herramienta, como se muestra en la Figura 47.

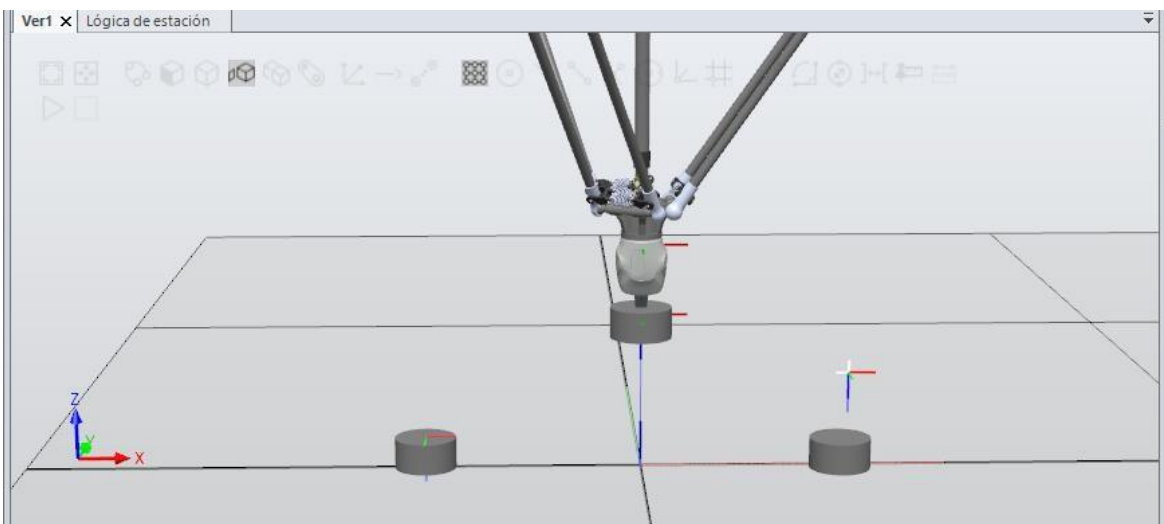


Figura 47. Tercer Objeto

Luego se desactiva la opción 'visible', como se muestra en la Figura 48.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

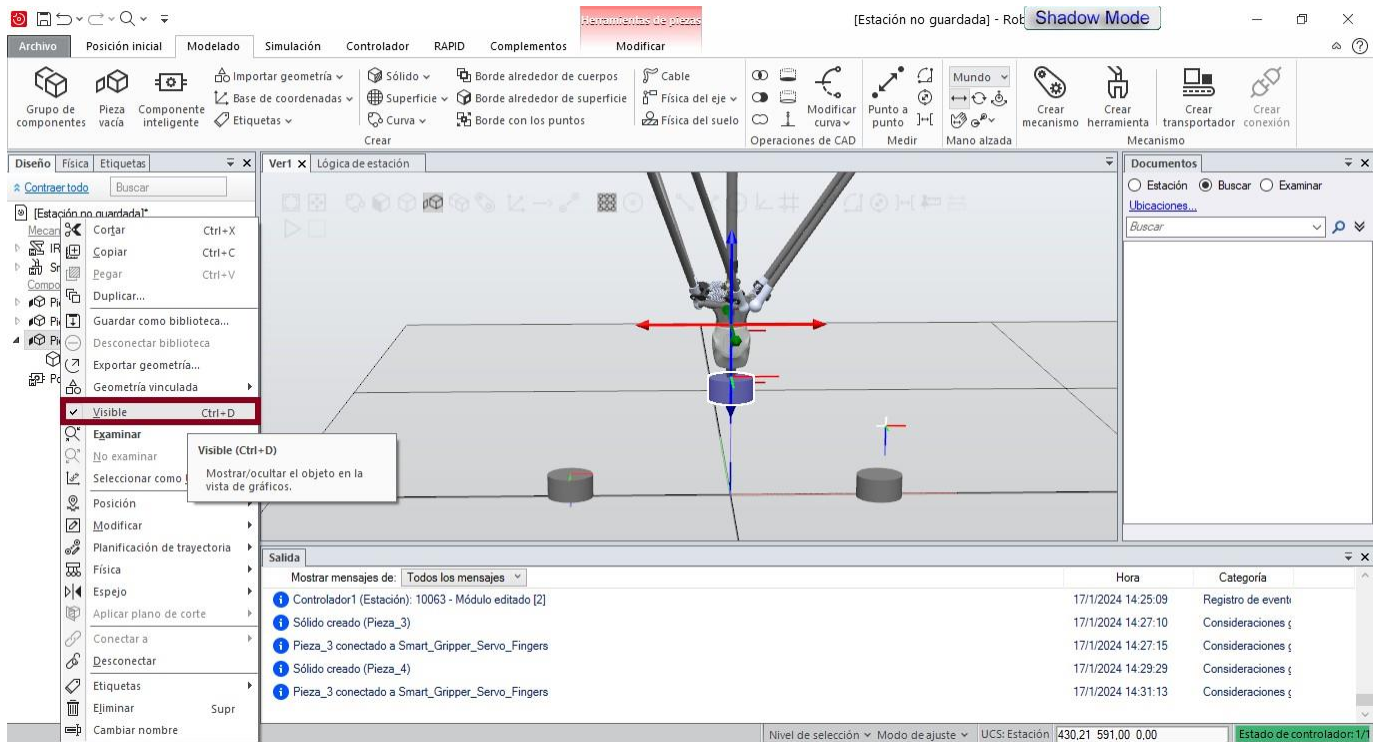


Figura 48. Visible

3. Se crea un botón en la pestaña ‘Simulación’ en la opción ‘Simulador de E/S’ como se muestra en la Figura 49.



Figura 49. Simulador de E/S

4. Aparece una nueva ventana, se elige ‘Señales de Estación’ y se click en ‘Editar señales’. Tal y como se muestra en la Figura 50.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

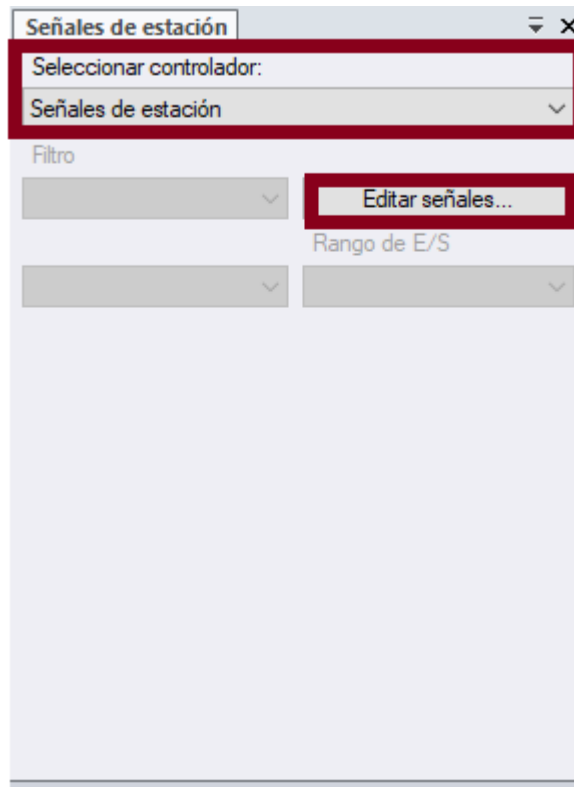



Figura 50. Señales de Estación

- En la nueva ventana 'Señales de Estación' se escoge 'Señal Digital' y aparece por default el nuevo nombre de la señal digital para luego dar click en 'Aceptar' como se muestra en la Figura 51.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

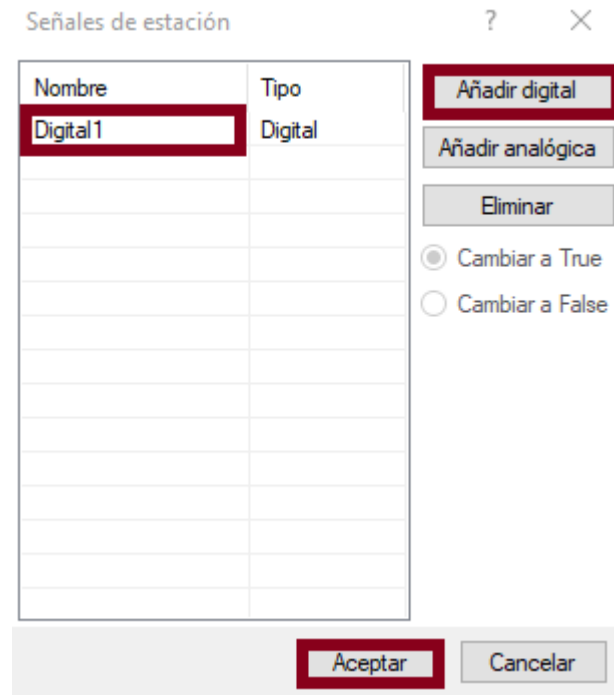


Figura 51. Señal Digital

6. En la misma pestaña se da click en ‘Lógica de Estación’, como se muestra en la Figura 52.



Figura 52. Lógica de Estación.

7. En la nueva ventana ‘Componer’, como se muestra en la Figura 53, se da click en ‘Añadir Componente’

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

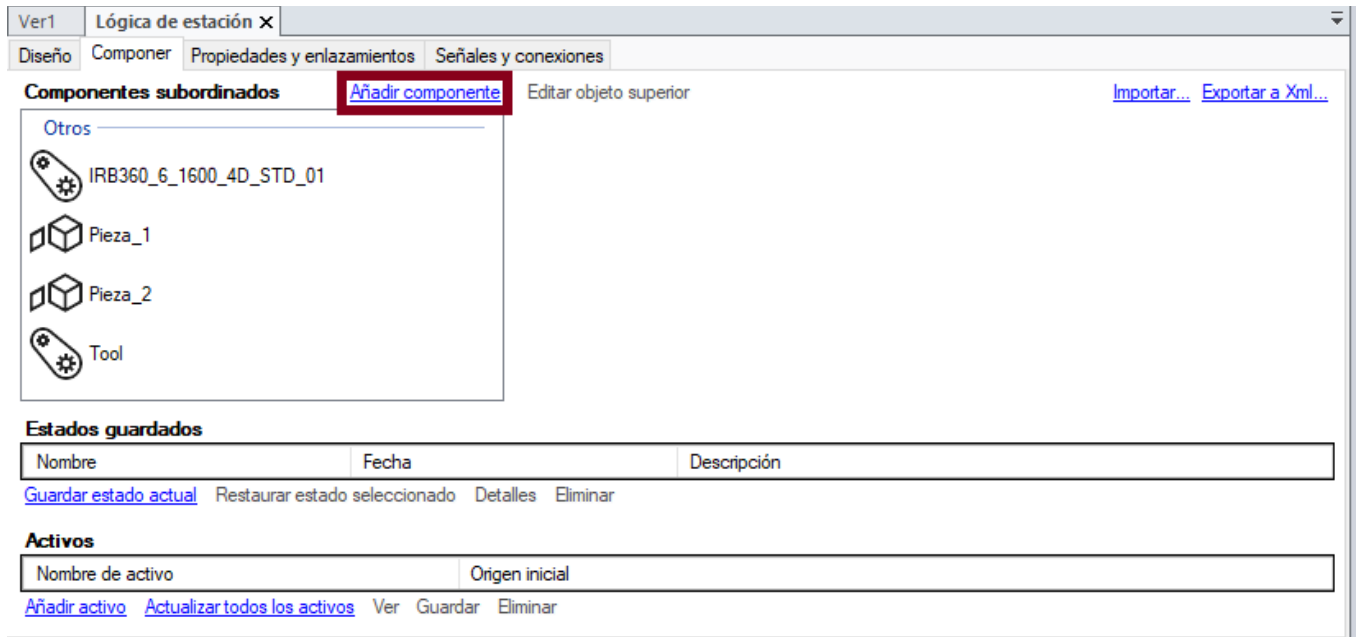


Figura 53. Añadir Componente

8. Se escoge ‘Manipulador’, la opción ‘Positioner’ (Posicionador).
9. Se agrega en ‘Componentes Subordinados’ y hacen los cambios correspondientes en las propiedades del componente inteligente, como se muestra en la Figura 54.

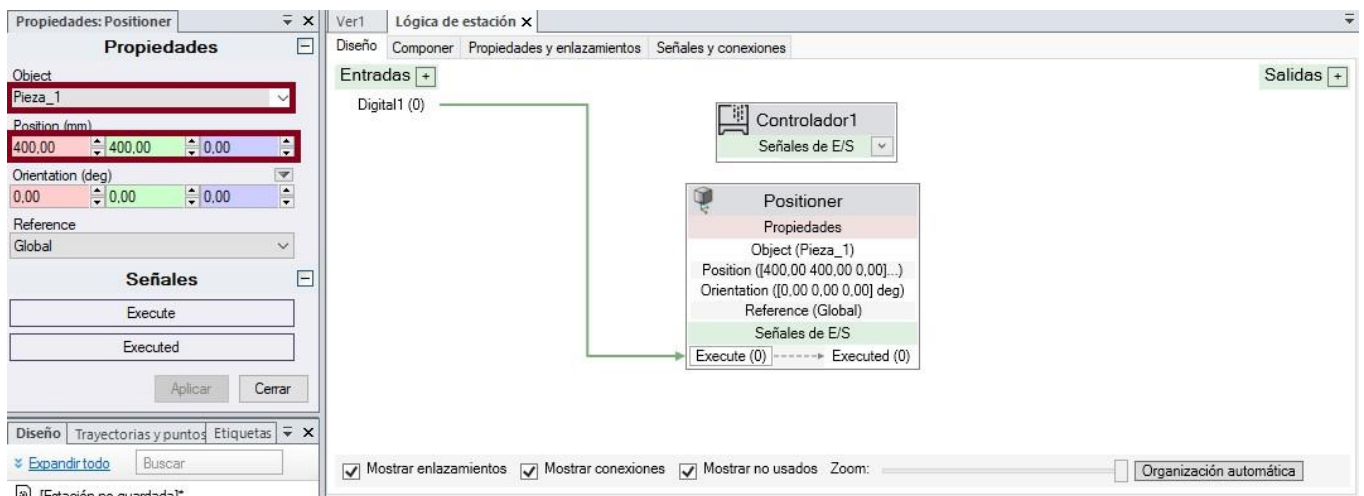


Figura 54. Propiedades: Positioner

Este componente será de ayuda para que el objeto se ubique en la posición ingresada.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

10. Para que la señal digital actúe sobre el Smart Component, en la misma lógica de Estación, se escoge la pestaña ‘Diseño’

11. Se conecta la señal con el ‘Positioner’, como se muestra en la Figura 55.

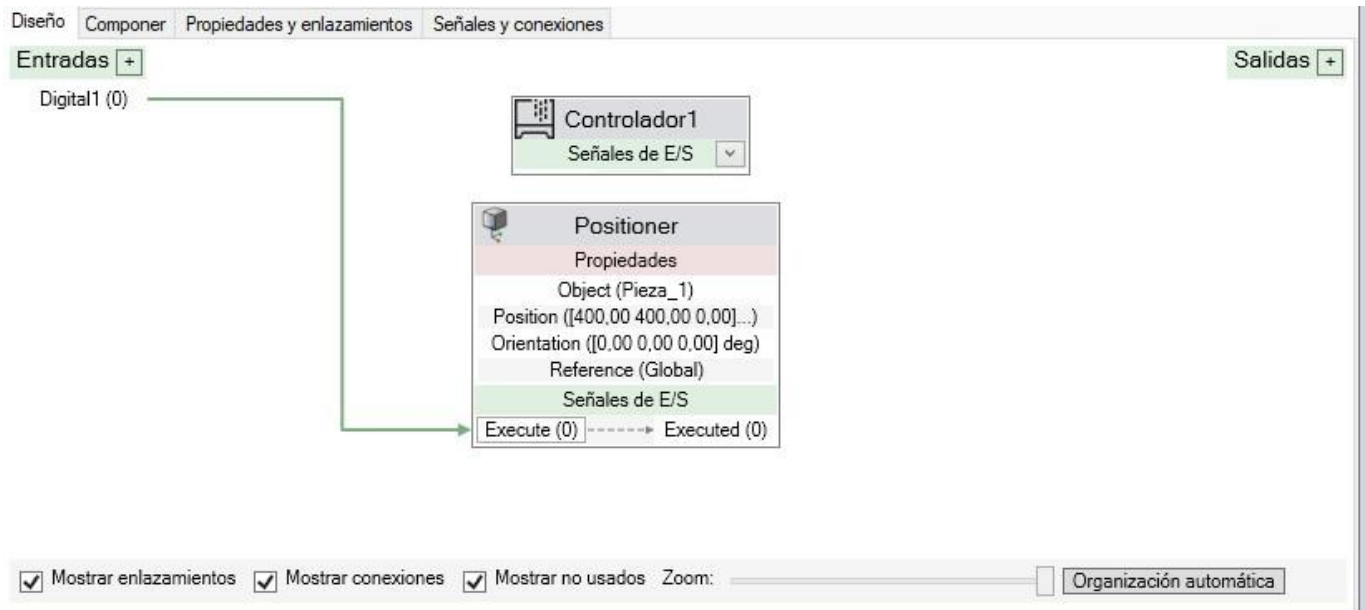


Figura 55. Conexión entre la Señal y el Smart Component

En esta opción no se puede eliminar una vez conectado, sin embargo, en la ventana ‘Señales y conexiones’ si puede eliminarse o crearse. Como se muestra en la Figura.



The screenshot shows the 'Señales y conexiones' window. It has a menu bar: 'Diseño', 'Componer', 'Propiedades y enlazamientos', and 'Señales y conexiones'. Below the menu bar, there are two tables. The first table is titled 'Señales de E/S' and has columns: 'Nombre', 'Tipo de señal', and 'Valor'. It contains one row: 'Digital1', 'DigitalInput', '0'. Below this table are links: 'Añadir señales de E/S', 'Exponer señal subordinada', 'Editar', and 'Eliminar'. The second table is titled 'Conexiones de E/S' and has columns: 'Objeto de origen', 'Señal de origen', 'Objeto de destino', and 'Señal o propiedad de destino'. It contains one row: '(Estación)', 'Digital1', 'Positioner', 'Execute'. Below this table are links: 'Añadir conexión de E/S', 'Editar', and 'Eliminar'. At the bottom right, there are links: 'Mover hacia arriba' and 'Mover hacia abajo'.

Figura 56. Añadir/Eliminar Conexión

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

12. Se vuelve a la pestaña ‘Posición Inicial’, se escoge la opción ‘Crear Punto’ y ‘Ajustar a objetos’. Se crea un punto para cada objeto para establecer una trayectoria, tal y como se muestra en la Figura 57.

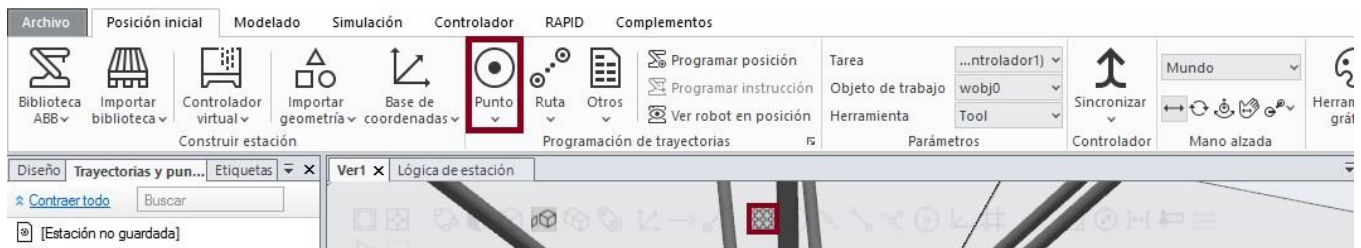


Figura 57. Crear Punto y Ajustar a Objeto

13. Se crea una trayectoria con los puntos ingresados. Como se muestra en la Figura 58.

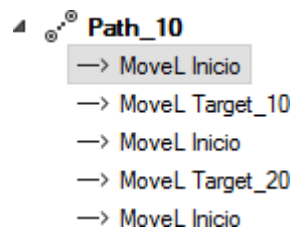


Figura 58. Trayectoria de la práctica.

14. Se selecciona las instrucciones de la trayectoria, click derecho para escoger ‘Modificar una instrucción’ y se cambia a ‘fine’ como se muestra en la Figura 59.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

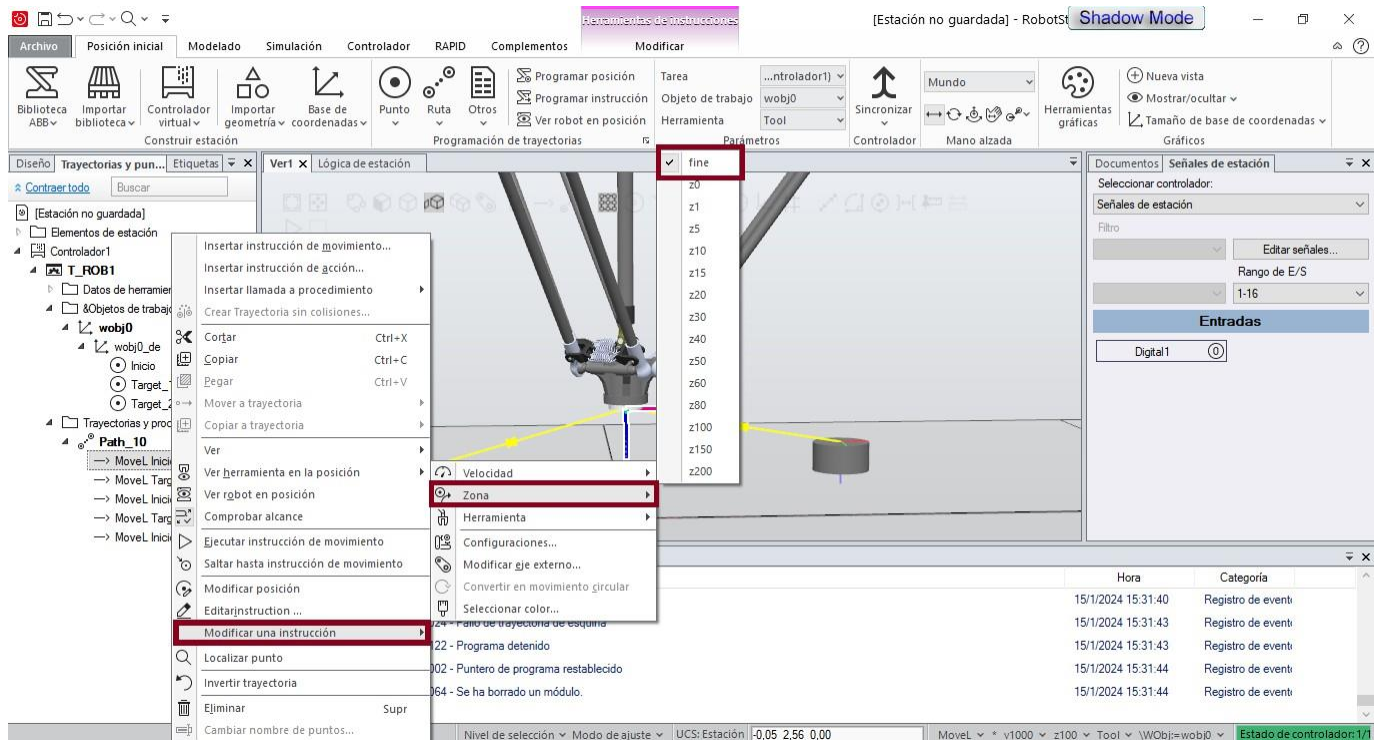


Figura 59. Zona: fine.

15. Se da click derecho sobre la trayectoria y se escoge ‘Definir punto de entrada de simulación’, como se muestra en la Figura 60, para luego sincronizarlo con RAPID.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

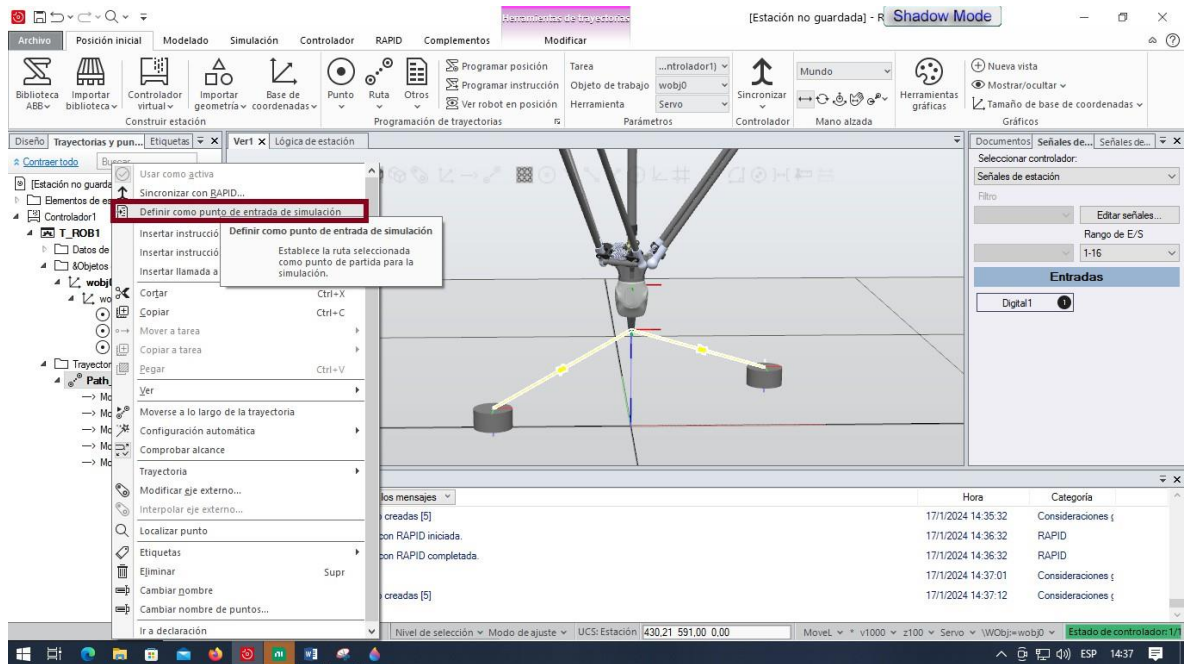


Figura 60. Definir punto de entrada de simulación

16. Nuevamente se va a Lógica de Estación para agregan dos sensores: CollisionSensor. Como se muestra en la Figura 61.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

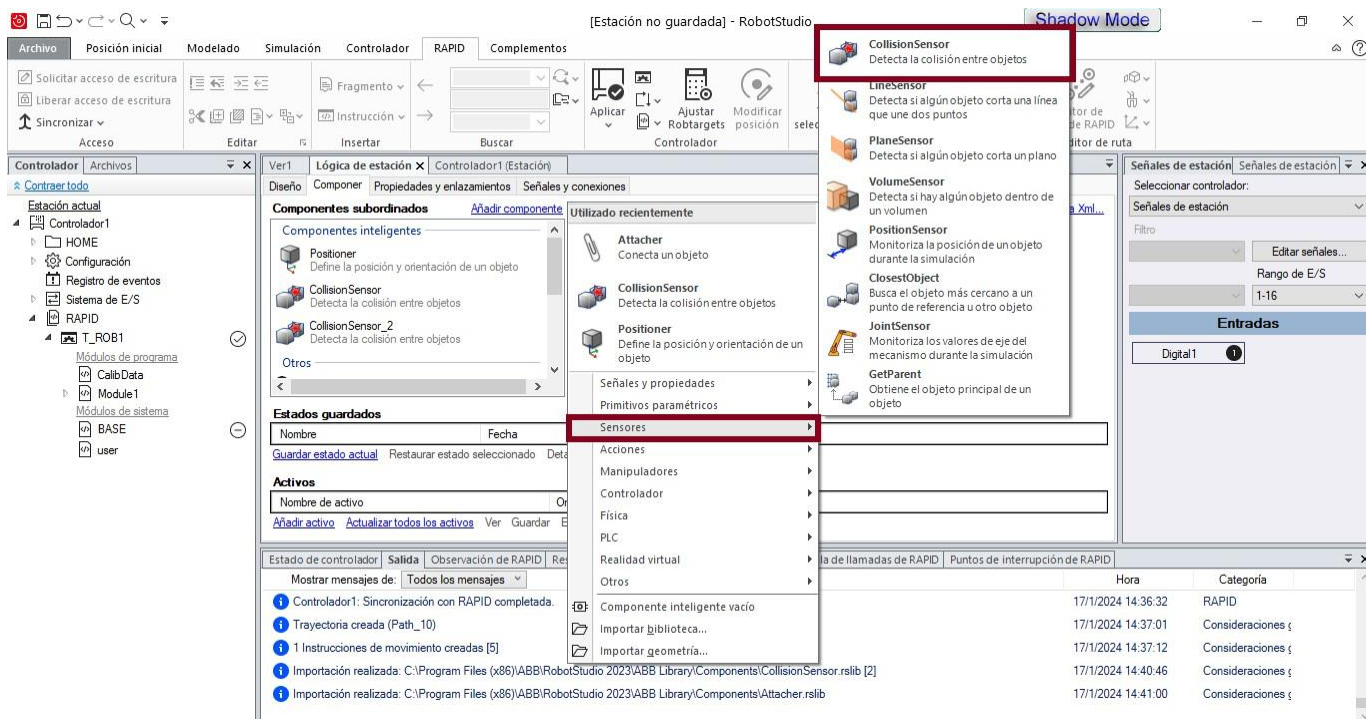


Figura 61. Sensor: CollisonSensor.

El primer sensor se aplican las siguientes propiedades en la Figura 62.

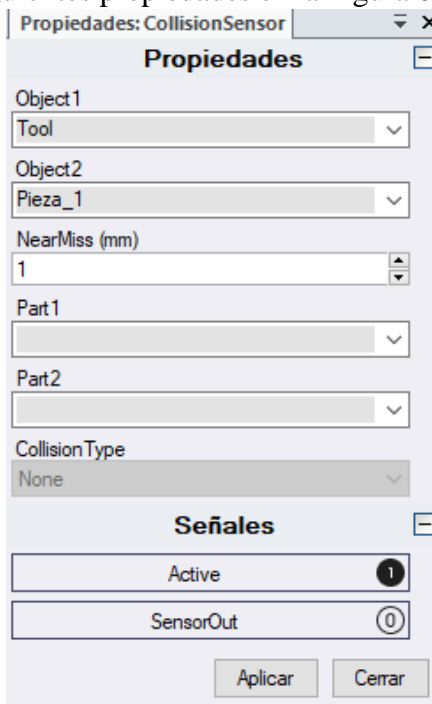



Figura 62. Primer Sensor

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

Y en el segundo sensor se aplican las siguientes propiedades en la Figura 63.



Figura 63. Segundo Sensor

17. Se agregan 6 acciones: 3 Show y 3 Hide que se muestra en la Figura 64.

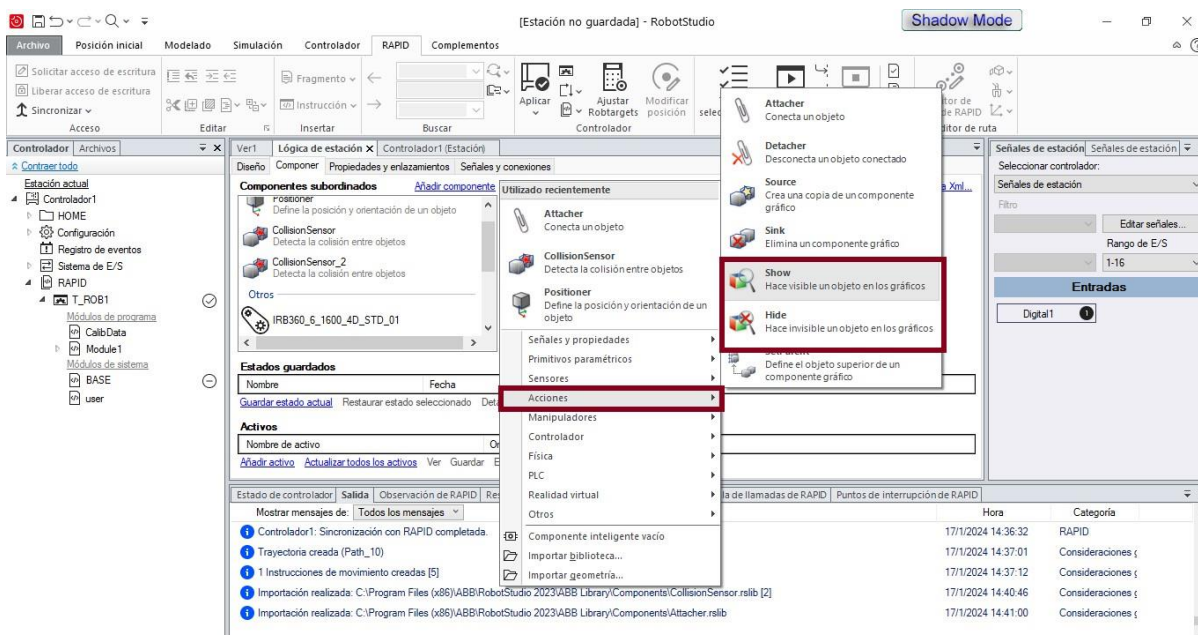



Figura 64. Show y Hide

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

18. Se conectan las nuevas entradas/salidas en ‘Diseño’. Como se muestra en las Figuras 65 y 66.

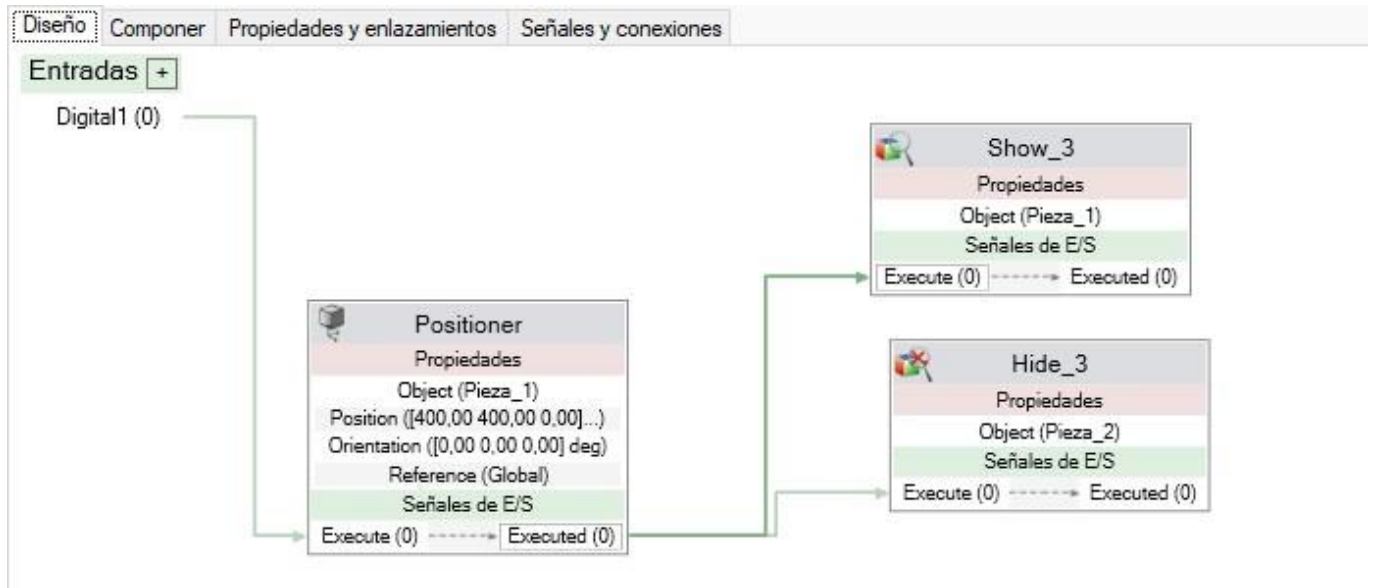


Figura. Conexiones de Sensores y Acciones. Parte 1

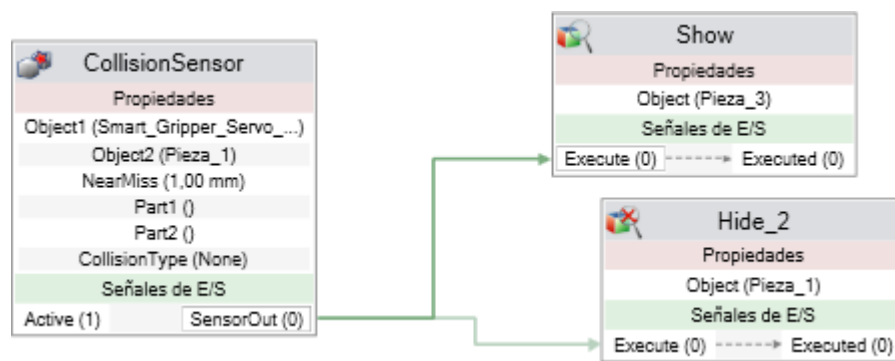


Figura 65. Conexiones de Sensores y Acciones. Parte 2

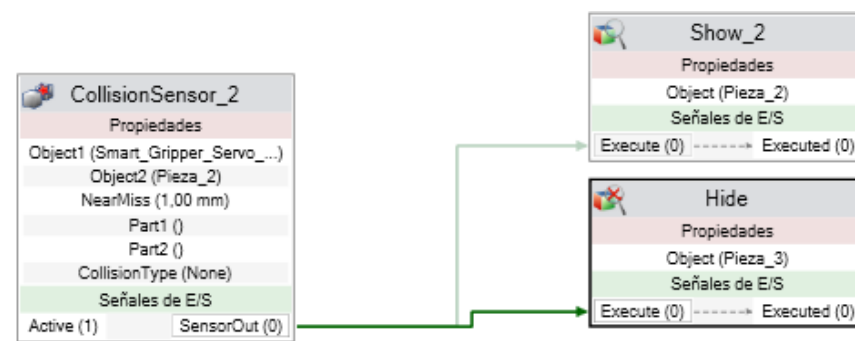


Figura 66. Conexiones de Sensores y Acciones. Parte 3

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

Segunda Opción de Pick and Place

1. Se crea una señal digital. En la Pestaña ‘Controlador’ se escoge la opción de ‘Configuración’ y se selecciona ‘I/O System’, tal y como se muestra en la Figura 67.

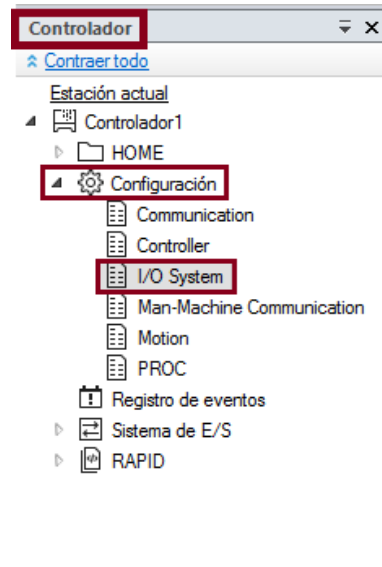


Figura 67. Configuración del Controlador.

2. Una vez que aparece una ventana llamada ‘I/O System-Configuración’, se selecciona ‘Signal’ como se muestra en la Figura 68.

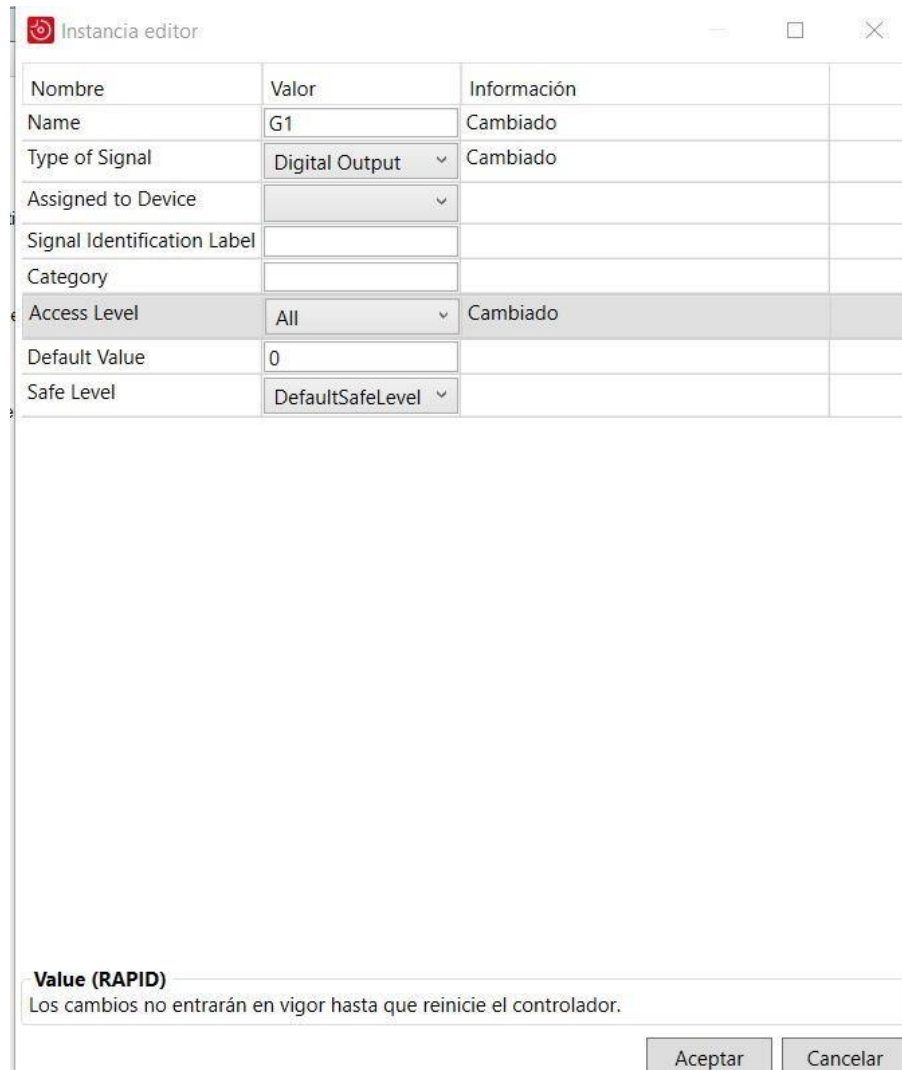
T_ROB1/Module1* Configuración - I/O System X									
Tipo	Name	Type of Signal	Assigned to Device	Signal Identification Label	Device Mapping	Category	Access Level	Default Value	Filter Time
Access Level	ENABLE2_3	Digital Input	PANEL	ENABLE2 from Contactor board 3(X14:7 to X14:8)	27	safety	ReadOnly	0	0
Cross Connection	ENABLE2_4	Digital Input	PANEL	ENABLE2 from Contactor board 4(X17:7 to X17:8)	28	safety	ReadOnly	0	0
Device Trust Level	ES1	Digital Input	PANEL	Emergency Stop(X10:5 and X10:6)	0	safety	ReadOnly	0	0
EtherNet/IP Command	ES2	Digital Input	PANEL	Emergency Stop backup(X10:7 and X10:8)	1	safety	ReadOnly	0	0
EtherNet/IP Device	GS1	Digital Input	PANEL	General Stop chain(X5:10 to X5:12) and (X5:8 to X5:7)	16	safety	ReadOnly	0	0
Industrial Network	GS2	Digital Input	PANEL	General Stop chain backup(X5:4 to X5:12) and (X5:2 to X5:7)	17	safety	ReadOnly	0	0
Route	MAN1	Digital Input	PANEL	Manual Mode(X9:7)	7	safety	ReadOnly	0	0
	MAN2	Digital Input	PANEL	Manual Mode backup(X9:3)	9	safety	ReadOnly	0	0
	MANFS1	Digital Input	PANEL	Manual Full Speed Mode(X9:8)	8	safety	ReadOnly	0	0
Signal	MANFS2	Digital Input	PANEL	Manual Full Speed Mode backup(X9:4)	10	safety	ReadOnly	0	0
Signal Safe Level	MONPB	Digital Input	PANEL	Motors on Press Button(X9:10)	12	safety	ReadOnly	0	0
System Input	MOTLMP	Digital Output	PANEL	Motors On Lamp(X9:19)	4	safety	ReadOnly	0	N/D
System Output	PANEL24OVLD	Digital Input	PANEL	Overload Panelboard 24V	30	safety	ReadOnly	0	0
	PANFAN	Digital Input	PANEL	Supervision of Main Computer FAN	29	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTASI	Digital Input	PANEL	Soft Auto Stop	15	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTASO	Digital Output	PANEL	Soft Auto Stop	1	safety	ReadOnly	0	N/D
	SOFTESI	Digital Input	PANEL	Soft Emergency Stop	2	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTESO	Digital Output	PANEL	Soft Emergency Stop	0	safety	ReadOnly	0	N/D
	SOFTGSI	Digital Input	PANEL	Soft General Stop	18	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTGSO	Digital Output	PANEL	Soft General Stop	2	safety	ReadOnly	0	N/D
	SOFTSSI	Digital Input	PANEL	Soft Superior Stop	21	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTSSO	Digital Output	PANEL	Soft Superior Stop	3	safety	ReadOnly	0	N/D
	SS1	Digital Input	PANEL	Superior Stop chain(X6:4 to X6:6) and (X6:2 to X6:1)	19	safety	ReadOnly	0	0
	SS2	Digital Input	PANEL	Superior Stop chain backup(X6:5 to X6:6) and (X6:3 to X6:1)	20	safety	ReadOnly	0	0
	STLEDGR	Digital Output	PANEL	Set status LED to green color	9	safety	ReadOnly	0	N/D
	STLEDGRBNK	Digital Output	PANEL	Set status LED to green flashing	10	safety	ReadOnly	0	N/D
	STLEDRED	Digital Output	PANEL	Set status LED to red color	7	safety	ReadOnly	0	N/D
	STLEDREDBNK	Digital Output	PANEL	Set status LED to red flashing	8	safety	ReadOnly	0	N/D
	TESTEN1	Digital Output	PANEL	Activate Glitchtest for Enable1	6	safety	ReadOnly	0	N/D
	USERDOOVLD	Digital Input	PANEL	Overload of user DO	11	safety	ReadOnly	0	0

Figura 68. I/O System-Signal.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

3. Se da click derecho en las señales mostradas y aparece una pantalla para crear una nueva señal, como se muestra en la Figura 69.



Nombre	Valor	Información
Name	G1	Cambiado
Type of Signal	Digital Output	Cambiado
Assigned to Device		
Signal Identification Label		
Category		
Access Level	All	Cambiado
Default Value	0	
Safe Level	DefaultSafeLevel	

Value (RAPID)
Los cambios no entrarán en vigor hasta que reinicie el controlador.

Figura 69. Valores de la Señal

En el Nivel de Acceso (Access Level) se escoge la opción ‘All’ para que la señal creada tenga acceso de cualquier tipo y evitar inconvenientes.

4. Se da click en ‘Aceptar’ y se reinicia el controlador con la opción ‘Reinicia’ como se muestra en la Figura 70.

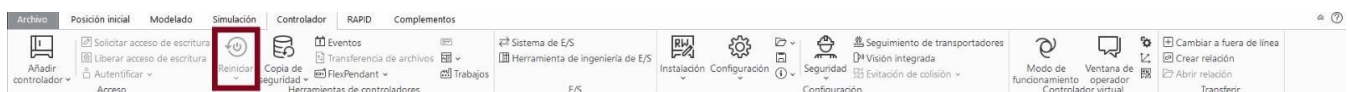


Figura 70. Reinicio del Controlador

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

5. Una vez creada la señal, se da click derecho en la herramienta ‘Smart_Gripper_Servo_Fingers’ y se escoge ‘Modificar mecanismo’ como se muestra en la Figura 71.

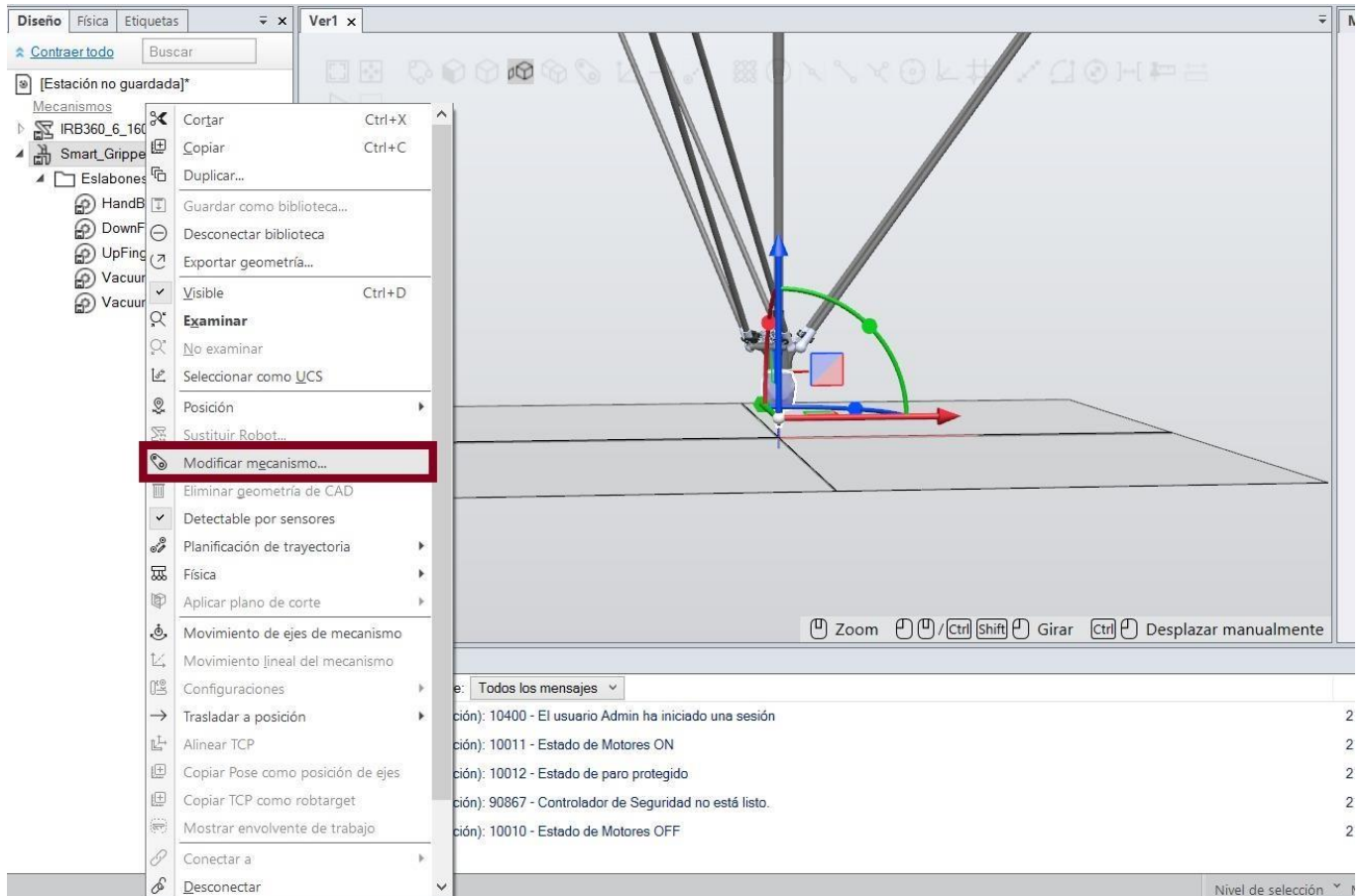


Figura 72. Modificar mecanismo

6. Aparece una nueva ventana donde se podrán ingresar o modificar posiciones, como se muestra en la Figura 73.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	



Figura 73. Modificar posiciones

- Se ingresan dos nuevas posiciones y se da click en 'Aplica' en cada una de ellas. Como se observa en las Figuras 74 y 75.

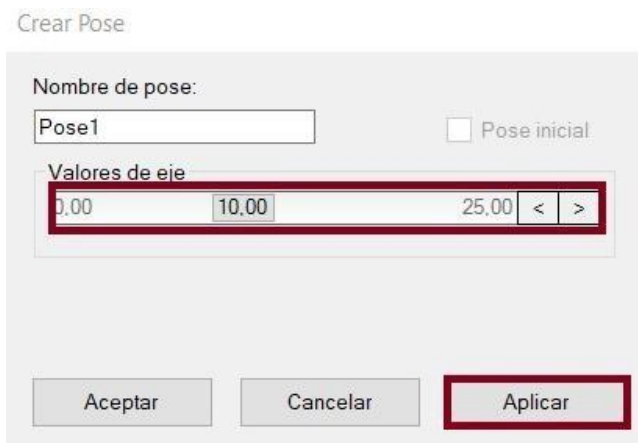


Figura 74. Pose 1

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

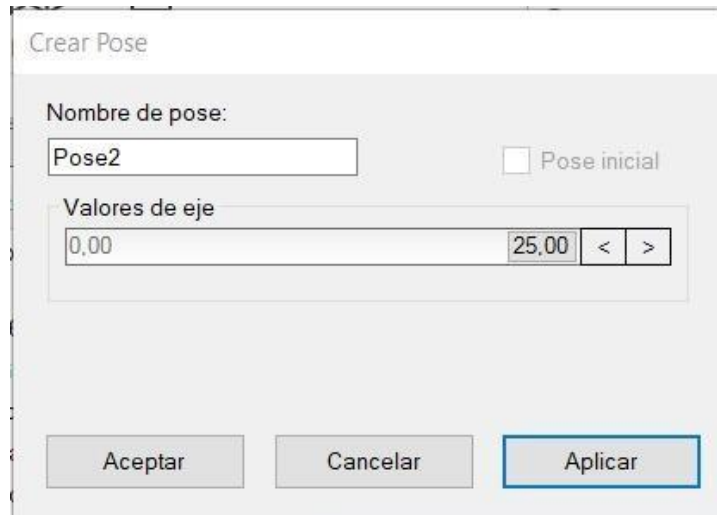


Figura 75. Pose 2

8. Se ingresa un objeto cilíndrico y se realiza una trayectoria.
9. Una vez se crea la trayectoria, se da click derecho y se selecciona 'Insertar instrucción de acción' como se muestra en la Figura 76.

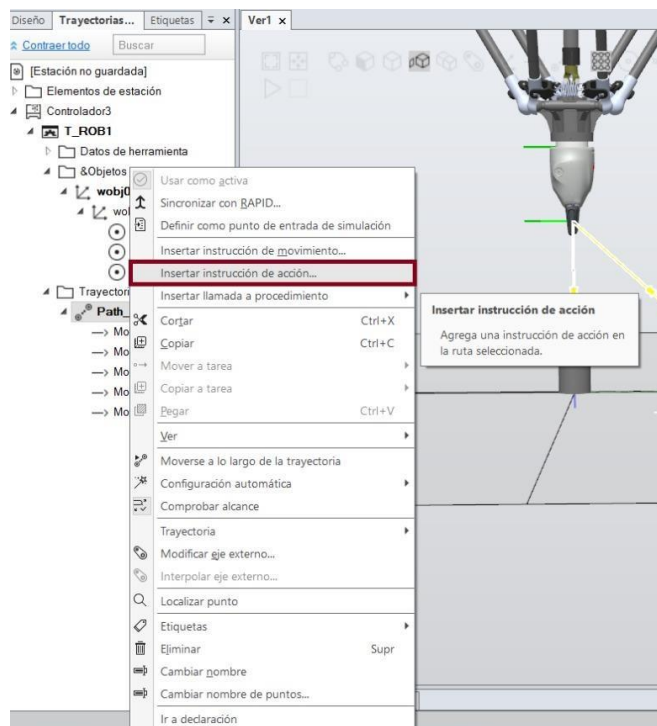



Figura 76. Instrucción de acción

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

10. Las instrucciones que se agregan son Set, Reset y WaitTime. Las propiedades que se ingresan en las Figuras 77 y 78.

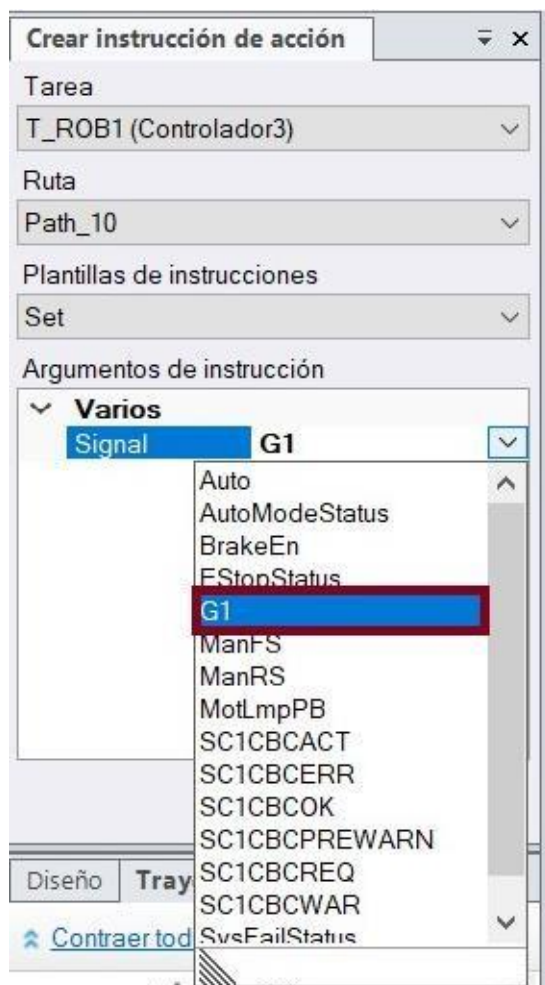
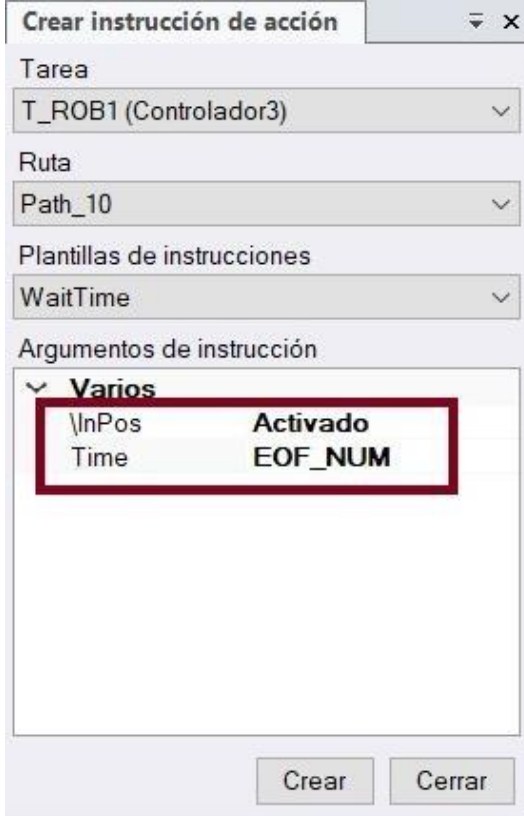


Figura 77. Set y Reset

Ambas instrucciones se ingresan con la señal creada

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	



Crear instrucción de acción

Tarea
T_ROB1 (Controlador3)

Ruta
Path_10

Plantillas de instrucciones
WaitTime

Argumentos de instrucción

Varios	
\InPos	Activado
Time	EOF_NUM

Crear Cerrar

Figura 78. WaitTime

En 'EOF_NUM' se ingresa el tiempo de espera, en este caso: 1.

- Se ordena la trayectoria con las instrucciones ingresadas con lo que se pide, como se muestra en la Figura 79.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:


 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	



Figura 79. Trayectoria Final

E. RECURSOS UTILIZADOS

- Software RobotStudio.
- FlexPendant.
- RAPID

F. REGISTRO DE RESULTADOS

Se escoge el método punto para realizar el TCP (Tool Center Point), luego se escoge 'Trayectoria Automática' para recorrer un cilindro y un cuadrado. Las instrucciones se modifican para utilizar las instrucciones: MoveJ y MoveL, como se muestra en la Figura 80.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

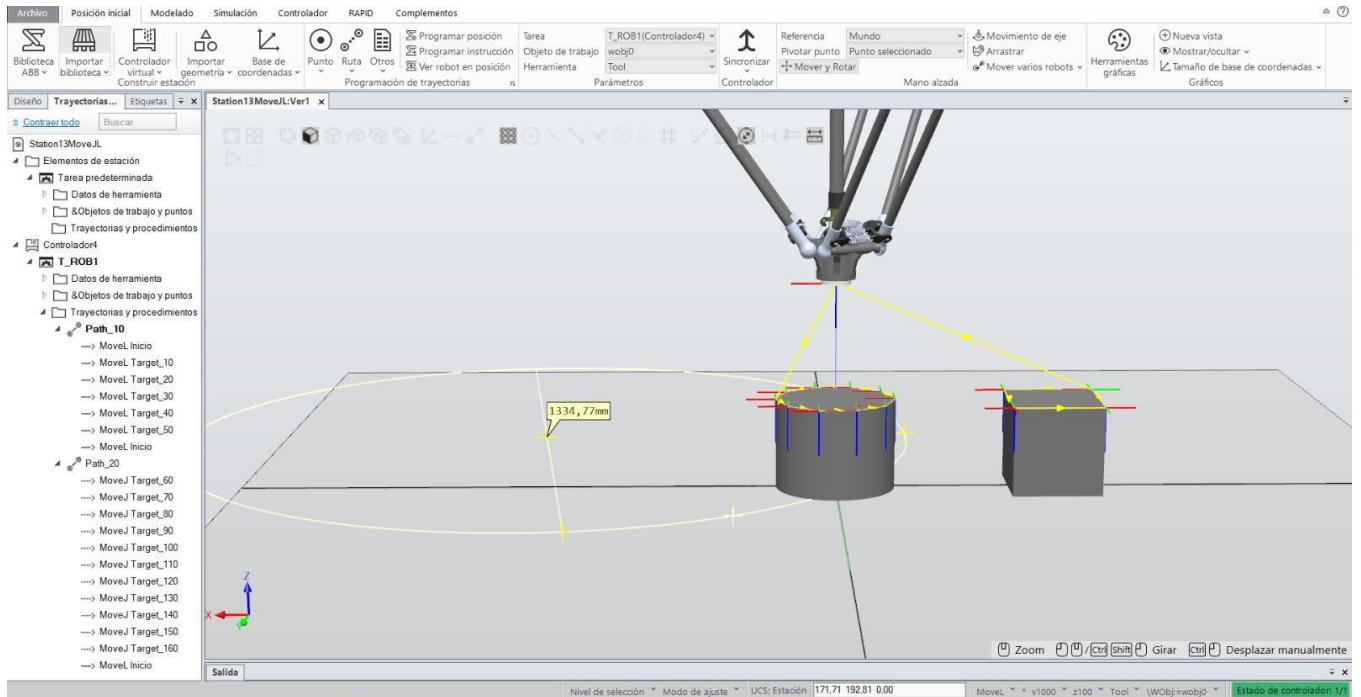


Figura 80. Trayectoria con MoveJ y MoveL con TCP

Pick and Place

Primer Resultado.

En la Figura 81 se muestra el Robot IRB 360 realizando la tarea Pick and Place con un cilindro de 50 mm de radio y altura utilizando una herramienta de la carpeta ‘Smart Gripper’ perteneciente a la pestaña ‘Importar Biblioteca’ y un botón que regresa al cilindro a su lugar original.

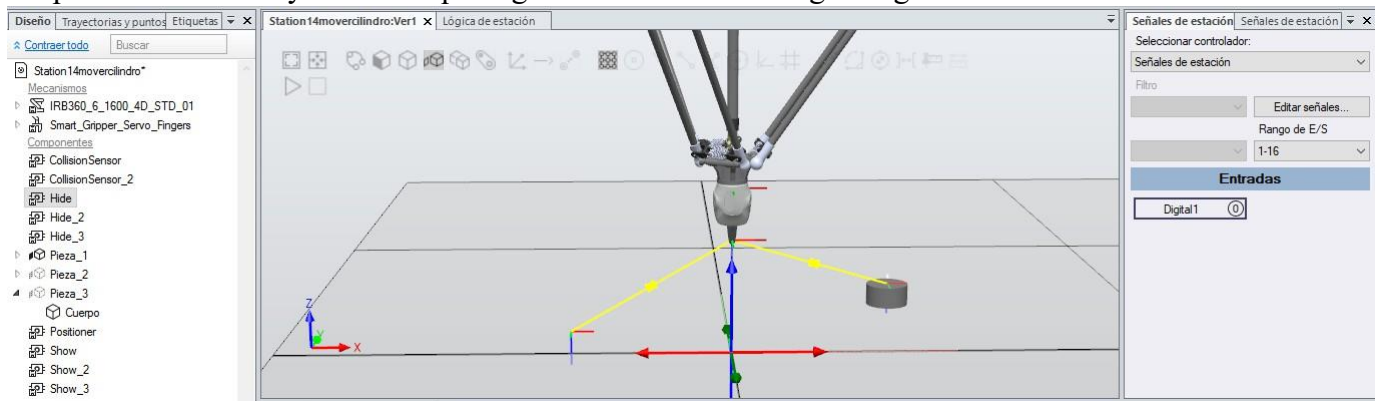


Figura 81. Resultado de Pick and Place

Segundo Resultado

Se usa la misma herramienta, pero se la modifica para hacer un Gripper y se ingresan instrucciones como se muestra en la Figura 82.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

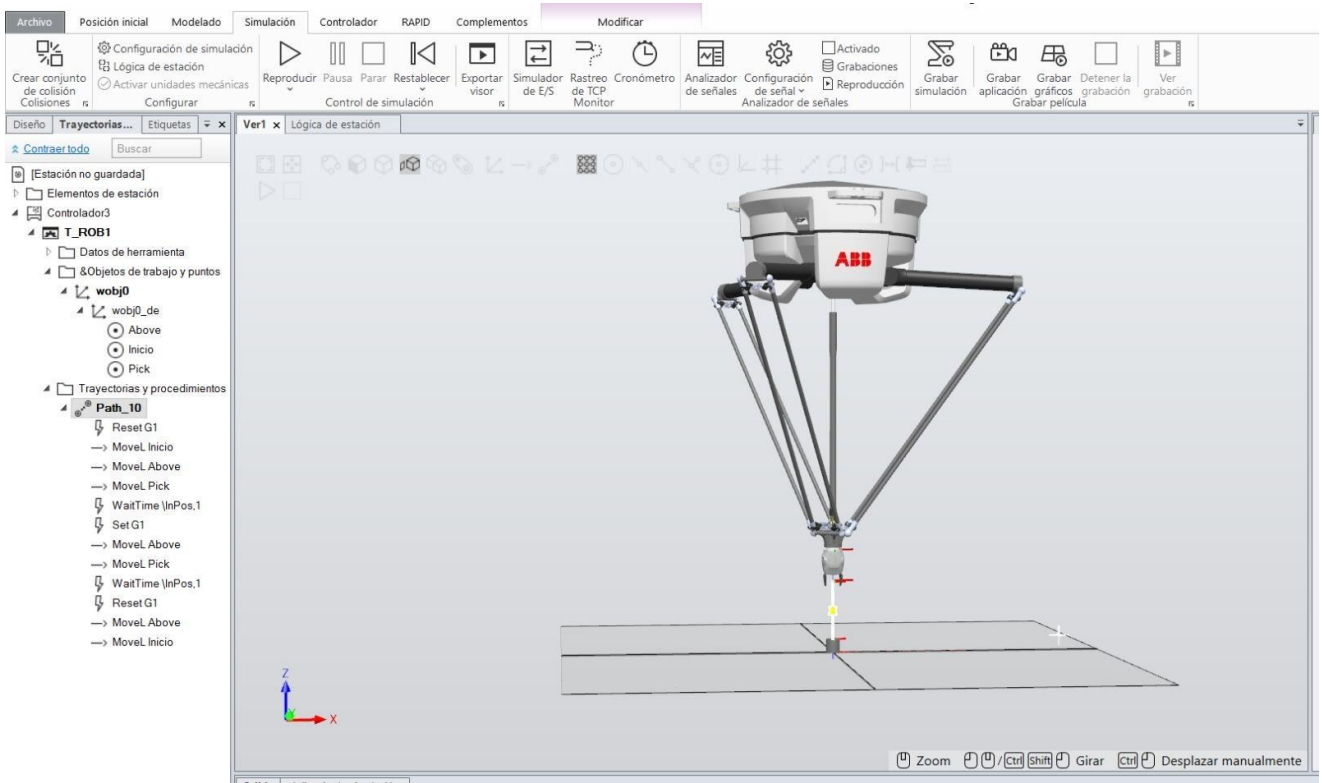



Figura 82. Segundo Resultado

G. BIBLIOGRAFÍA

- ABB. (2023). *RobotStudio Suite*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/es/robotstudio> Castillo, J. C. (2012). *RobotStudio: Actividad 12 (Instrucciones MoveJ, MoveL y MoveC)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=M-qHYXcPtL0>
- Castillo, J. C. (2020). *4-Proyecto RobotStudio: HMI en FlexPendant con ScreenMaker*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Bk87lrmBsZE>
- Khamis, A. (10 de mayo de 2006). *Lenguaje RAPID*. Obtenido de <http://personal.biada.org/~jhorrrillo/INTRODUCCIO%20RAPID.pdf>
- López, A. C. (2017). *RobotStudio - Práctica n° 14A: Pick and place mediante objetos inteligentes*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=_ozEN9Op0D8
22. Iyer, J. (2019). *Tutorial 2 Using ABB library for Gripper and targets*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=7g5ViG5wBQk>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		
		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA #3

NÚMERO DE ESTUDIANTES:

DOCENTE

**TIEMPO ESTIMADO:
2 HORAS**

TEMA: “Seguimiento de forma modo manual y automático.”

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

A. OBJETIVO GENERAL

- Monitorear de forma modo manual y automático.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Crear una ruta establecida en FlexPendant
- Programar en RAPID.
- Mover el robot de forma manual y automática

C. MARCO TEÓRICO

FLEXPENDANT

El FlexPendant se maneja con un lenguaje de programación desarrollado por la empresa ABB conocido como RAPID (Robotics Application Programming Interactive Dialogue). Este lenguaje consta de tres partes principales:

- Main (Rutina Principal). Donde se inicia el programa.
- Conjunto de sub-rutinas. Divide el programa para obtener un programa modular.
- Datos Numéricos. Posiciones, valores numéricos, sistemas de coordenadas, etc.

RAPID se maneja con varios comandos comunes como: if, for, while, etc. Además, es un lenguaje sin formato, por lo que se pueden utilizar espacios, excepto cualquiera de los siguientes: identificadores, palabras reservadas, valores número.

(Khamis, 2006)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

D. MARCO PROCEDIMENTAL

Programación en FlexPendant.

1. Se siguen los pasos 1- 17 de la Práctica # 2
2. Se crea una herramienta con una de las opciones de ‘Sólidos’ ubicado en la Pestaña ‘Modelado’. Como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Modelado. Opción ‘Sólido’

Se escoge la opción ‘Cono’ y aparece una pestaña con sus correspondientes características. Como se muestra en la Figura.

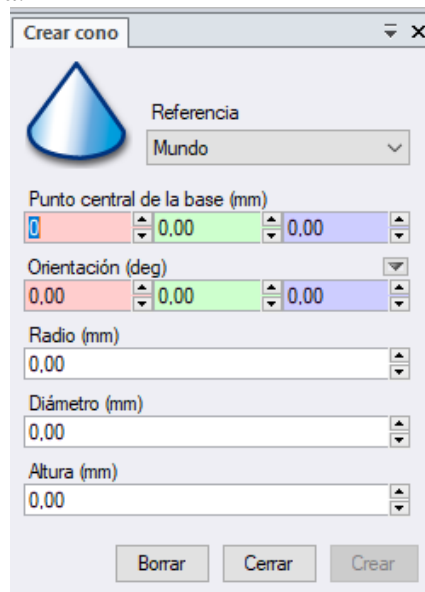


Figura 1. Características del Sólido.

En este caso se usa un cono de 5 mm de radio y 100 mm de altura.

3. Se ingresan las medidas que se requieran y se da click en la opción ‘Crear’. En la ventana de trabajo aparece el sólido creado y en la ventana ‘Diseño’ aparece con el nombre ‘Pieza_1’, este último se le puede cambiar el nombre (Herramienta). Como se muestra en la Figura 2.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

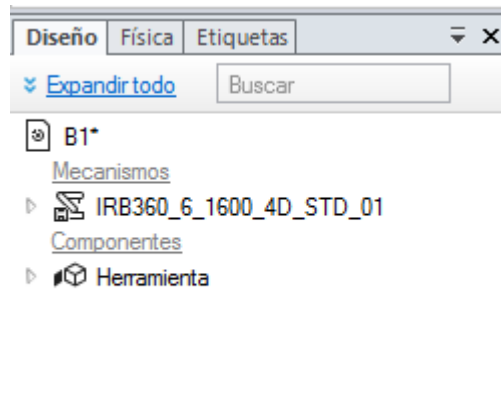


Figura 2. Nombre del Sólido.

4. Se integra 'Herramienta' al robot IRB 360
5. Se click en la pestaña 'Controlador' y a la opción 'FlexPendant' tal y como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Controlador "FlexPendant"

6. Aparece una nueva ventana, como se muestra en la Figura 4.

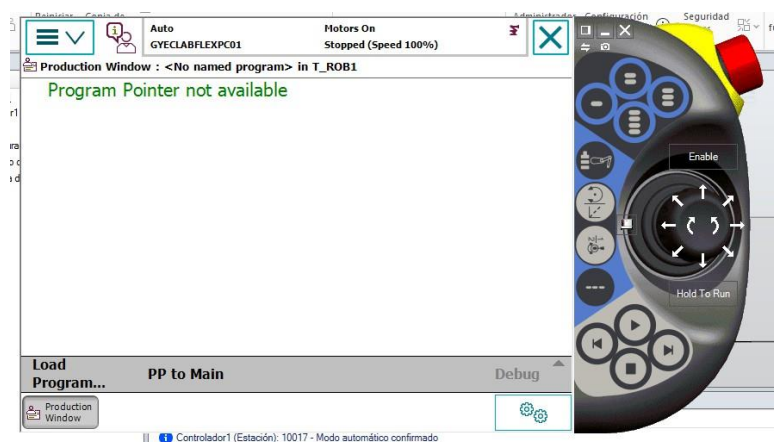


Figura 4. FlexPendant

7. Se podrá navegar dentro de las opciones de la pantalla principal mostradas en la Figura 5.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

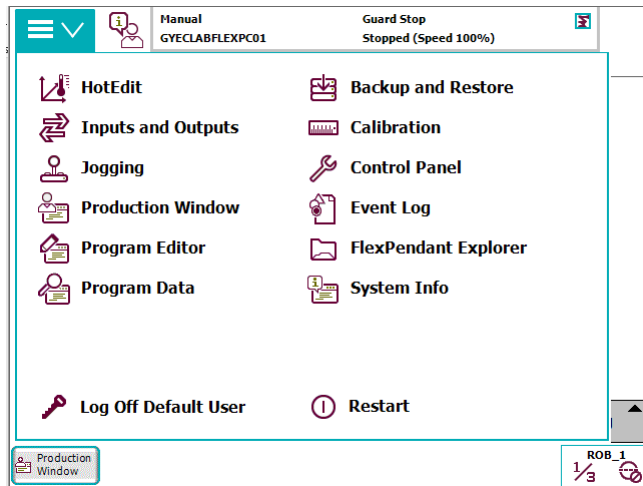


Figura 5. Ventana de Opciones.

Si se quiere cambiar el idioma se escoge la opción ‘Control Panel’ y se busca ‘Language’. Una vez seleccionado el idioma FlexPendant se cerrará y nuevamente se lo abre con el idioma antes escogido.

- Se escoge la opción ‘Program Data (Datos de Programa)’ donde aparece una ventana que se muestra en la Figura 6.

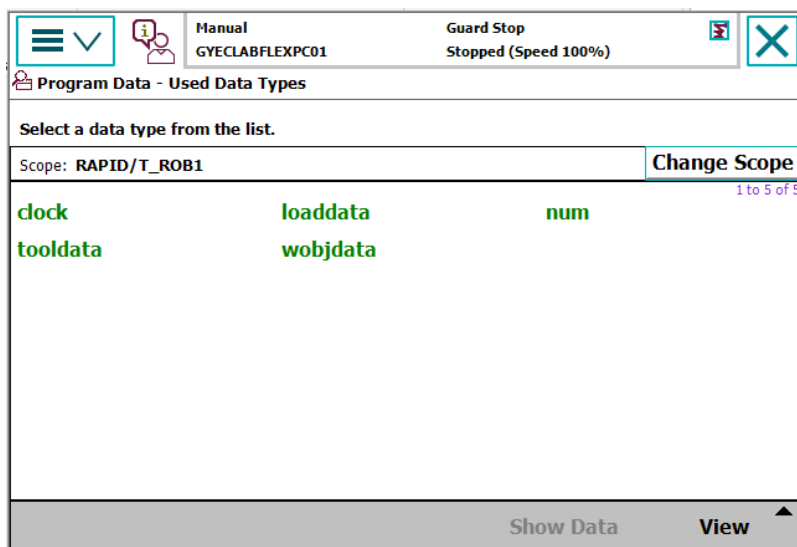



Figura 6. Datos de Programa

- Se da click en ‘tooldata’ como indica la Figura 7.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

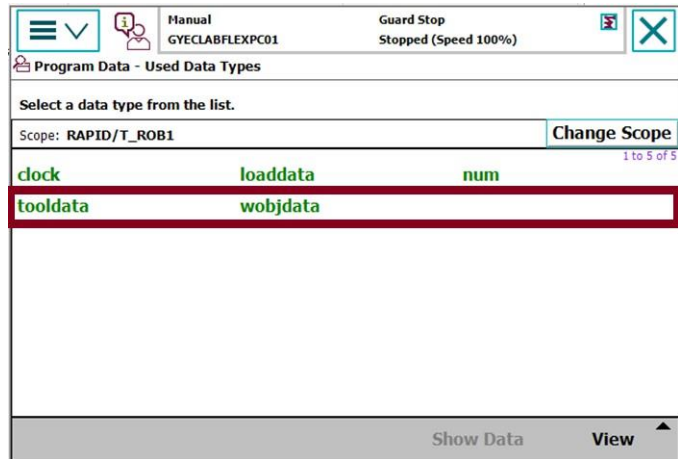


Figura 7. Tooldata

Aparece tool0, es la herramienta que tiene por defecto el robot y sirve como referencia. En esta pestaña se pueden insertar las herramientas del robot, como se muestra en la Figura 8.

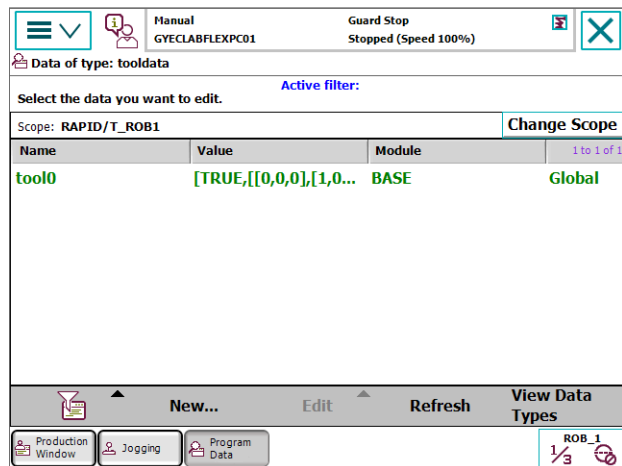
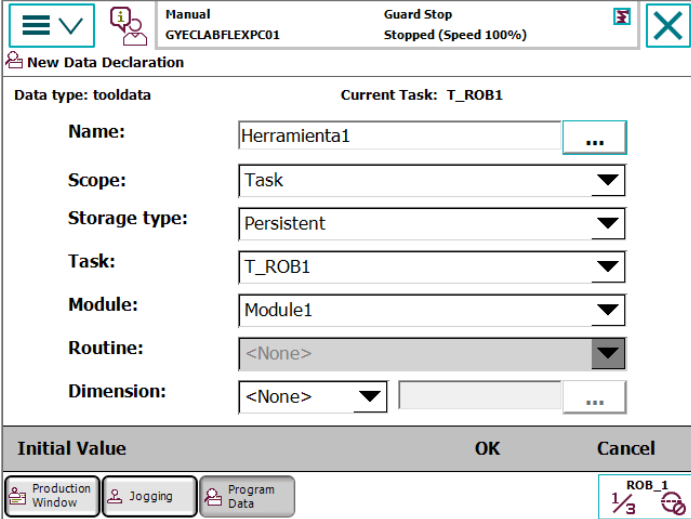


Figura 8. Tool0

10. Se escoge la opción “New (Nuevo)” donde aparece una pestaña para hacer una nueva declaración de datos, como se muestra en la Figura 9.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	



The screenshot shows a 'New Data Declaration' dialog box. At the top, it indicates 'Manual GYECLABFLEXPC01' and 'Guard Stop Stopped (Speed 100%)'. The 'Data type' is 'tooldata' and the 'Current Task' is 'T_ROB1'. The fields are: Name: Herramienta1, Scope: Task, Storage type: Persistent, Task: T_ROB1, Module: Module1, Routine: <None>, and Dimension: <None>. There are 'Initial Value', 'OK', and 'Cancel' buttons. At the bottom, there are buttons for 'Production Window', 'Jogging', 'Program Data', and a 'ROB_1' status indicator.

Figura 9. Nueva Declaración de Datos

11. Se da click en “OK” y se procede a cambiar los valores en “Editar” dando click en “Change Value (Cambiar Valores)” como se muestra en la Figura 10.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

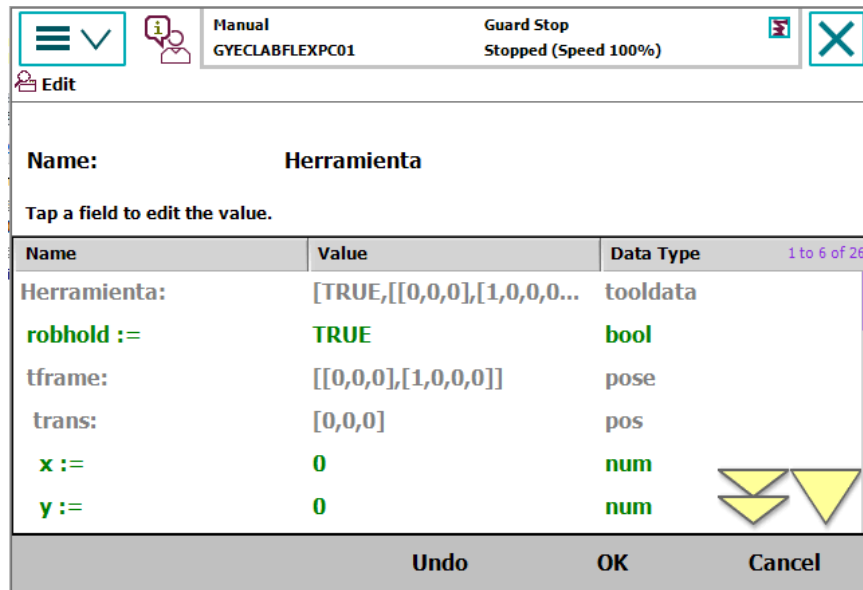


Figura 10. Change Value

Se ingresan los valores de la ‘Herramienta’ para que el TCP del robot coincida con la misma. En este caso se modifican los valores pertenecientes a: sistema de coordenadas [z (trans)]: 100, masa [mass]: 0.1 y centro de gravedad [z(cog)]: 1

12. Se escoge la opción ‘Jogging (Movimiento)’ donde se podrá cambiar alguna propiedad y se manejará el Joystick para mover la herramienta como se muestra en la Figura 11.

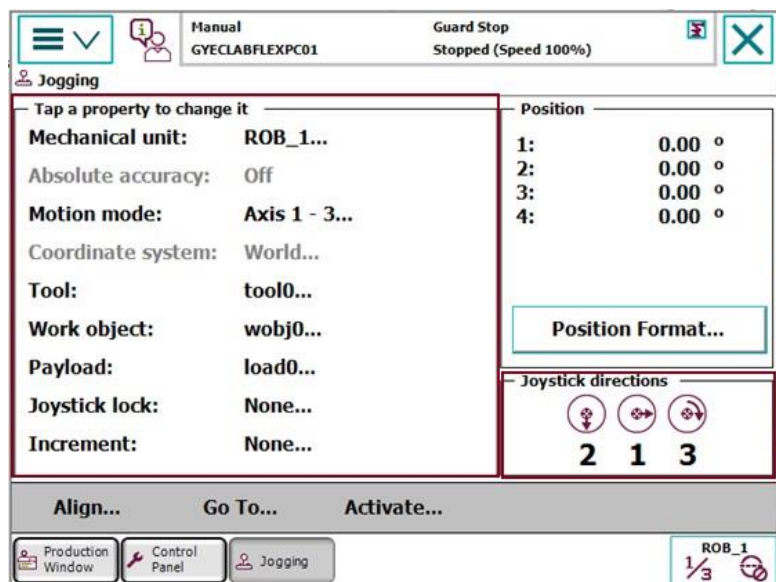


Figura 11. Ventana “Jogging”

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

13. Se da click en la opción “Tool (Herramienta)” donde aparece la herramienta que tiene por defecto el robot y se la reemplaza por la que se utilizará en el ejercicio.
14. En ‘Modo Movimiento (Motion Mode)’ se escoge cualquiera de las opciones mostradas en la Figura 12.

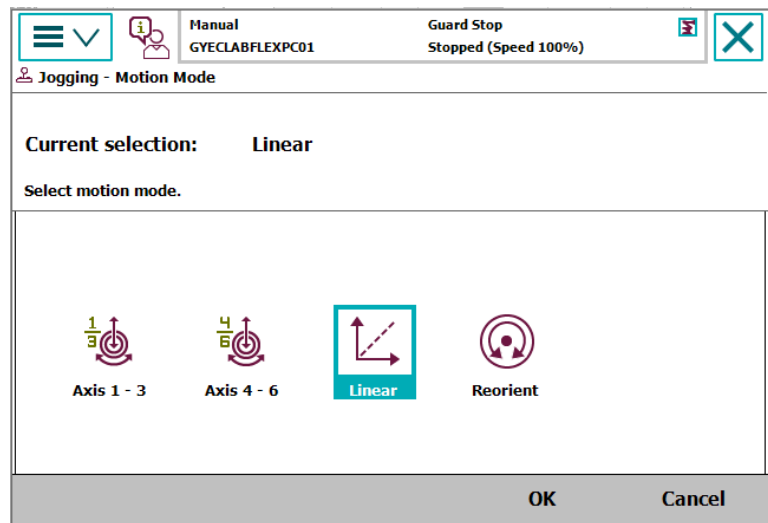


Figura 12. Select Motion Mode

15. Una vez realizados los cambios correspondientes, se escoge la opción “Program editor (Editor de Programa)” de la pantalla principal como se muestra en la Figura 13.

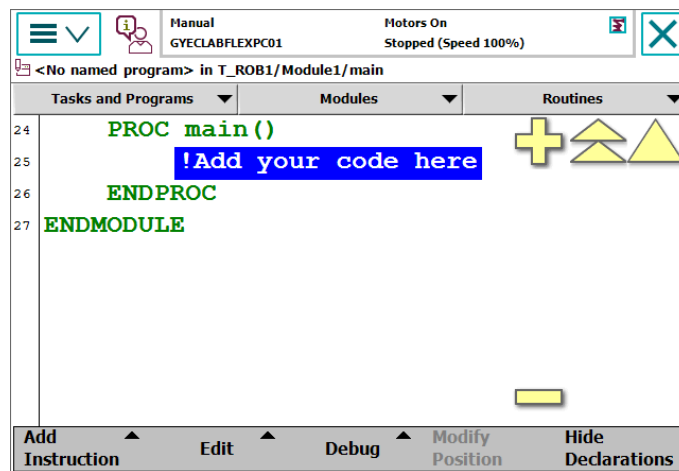


Figura 13. Program Editor

16. Se da click en ‘Add Instruction (Añadir Instrucción)’ y aparece una ventana a la derecha de la pantalla como se muestra en la Figura 14.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

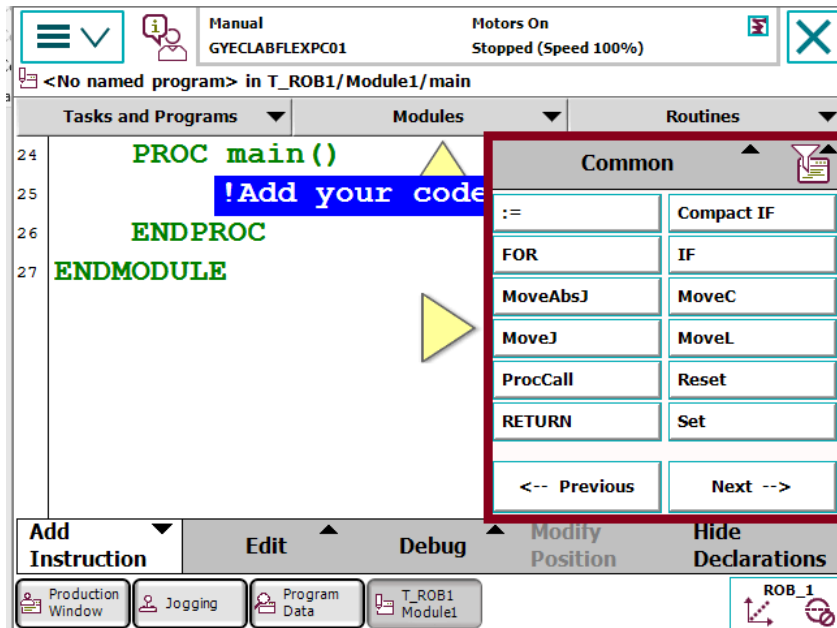


Figura 14. Instructions Library

17. Se escoge la instrucción 'MoveJ', como se muestra en la Figura 15, la cual ingresa la posición actual del robot.

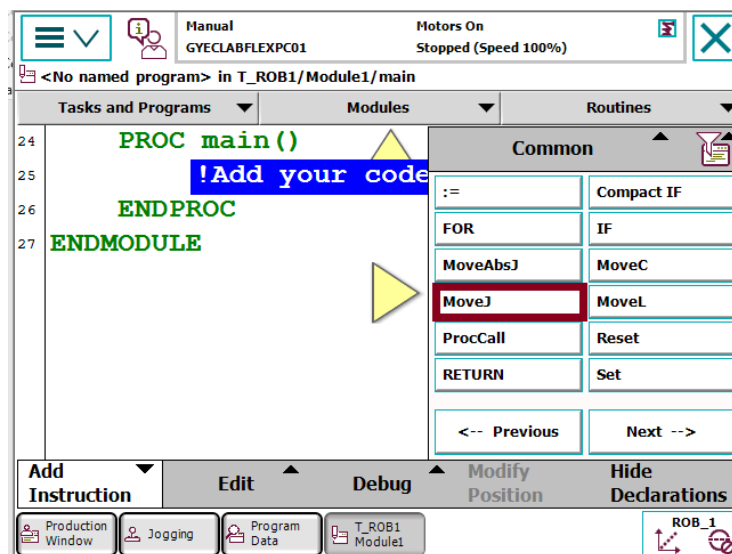



Figura 15. MoveJ

18. Automáticamente se añade la instrucción que se va a mover por el movimiento de ejes. Como se muestra en la Figura 16.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

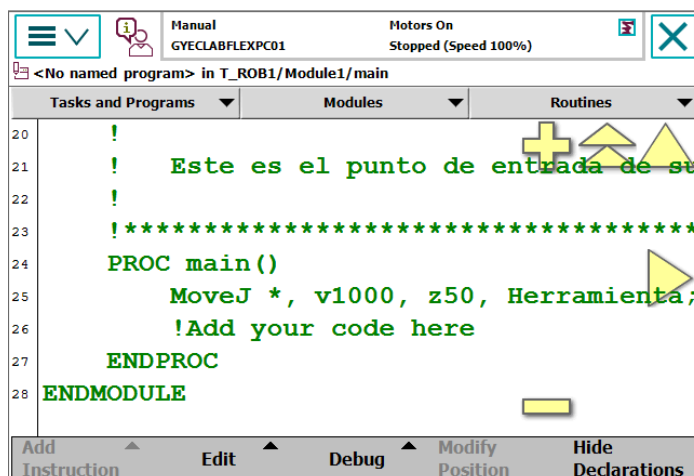


Figura 16. Move J.

Nota: El símbolo (*) se refiere al punto donde se va a dirigir el robot, (v1000) es la velocidad y (z50) es la precisión.

- Para borrar una línea de código se da click en “Edit (Editar)” y se escoge la opción “Delete (Eliminar)”, tal y como se muestra en la Figura 17.

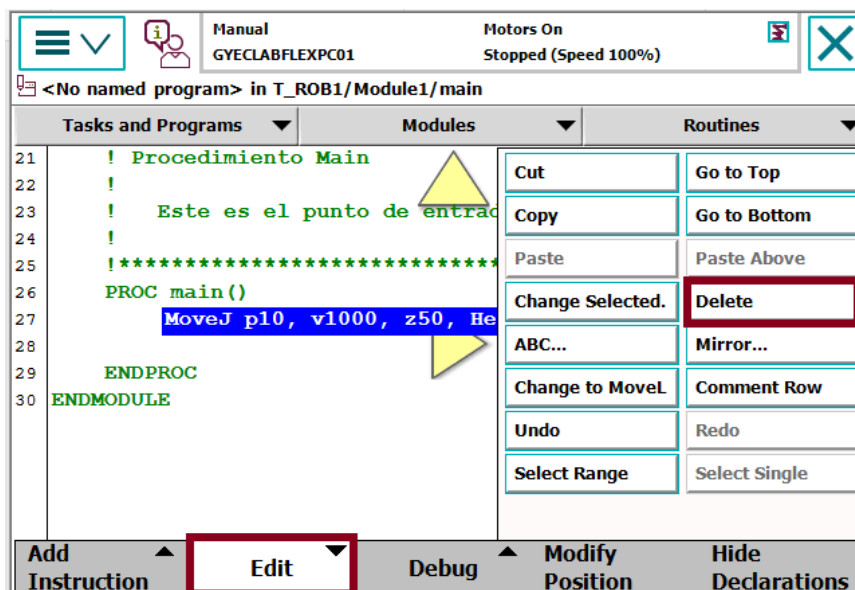


Figura 17. Edit. ‘Delete’

- Para cambiar el nombre de los parámetros de los datos antes mencionados se da click en uno de ellos apareciendo la ventana de la Figura 18.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

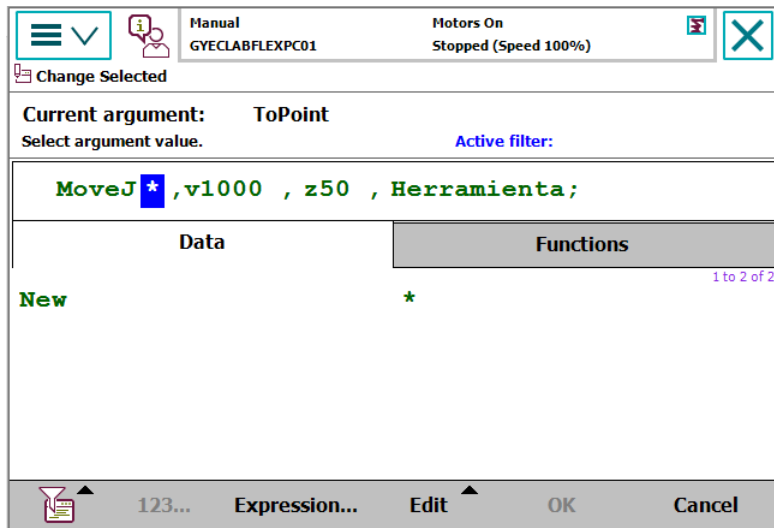


Figura 18. Current Argument

Luego se selecciona “New (Nuevo)” y aparece la pestaña en de la Figura 19, donde se podrá cambiar el nombre de los valores.

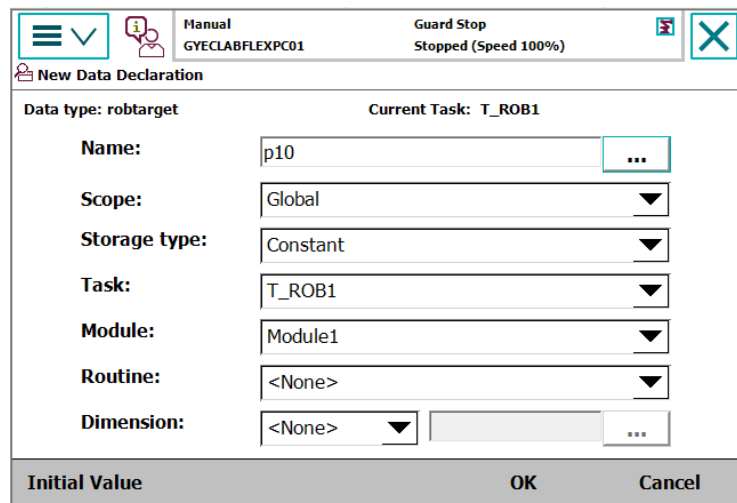


Figura 19. New Data Declaration.

Se da click en ‘Ok’ y automáticamente aparece el nuevo nombre de la variable, como se muestra en la Figura 20.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

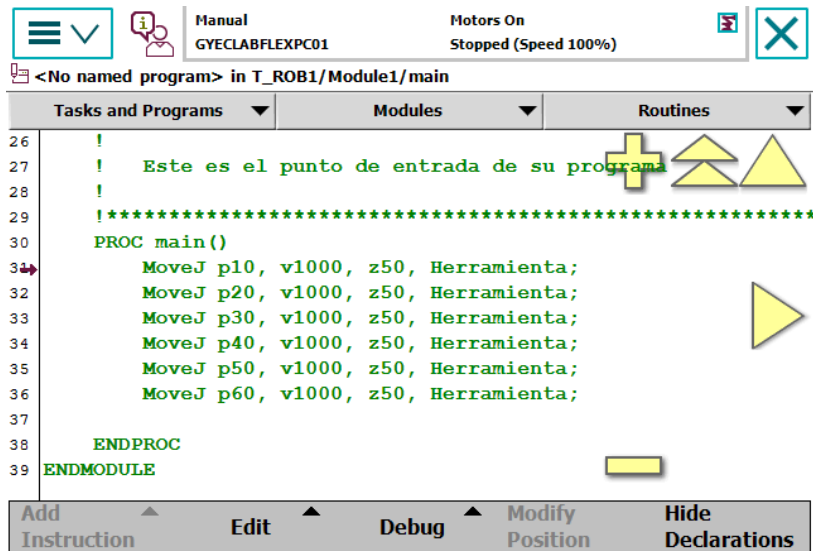


Figura 20. New Name.

19. Para añadir otra posición, se mueve el robot a una nueva posición y se repite el paso 18.

20. Se da click en “Debug (Depurar)” donde se escoge la opción PP to Main, que asigna el puntero de programa, donde comienza la ejecución del programa. Como se muestra en la Figura 21.

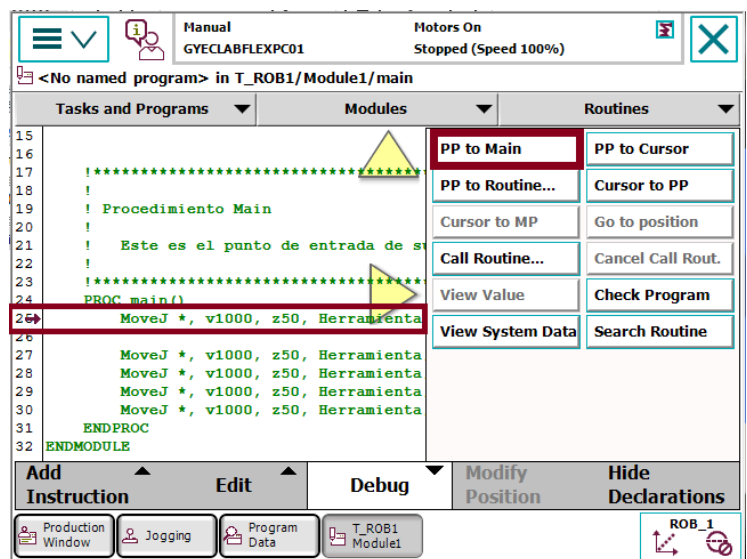



Figura 21. PP to Main.

21. Para agregar un ‘loop’, se da click en nuevamente en agregar instrucción y se presiona M C 3. Aparecen unas opciones y se escoge ‘Prog.Flow’, como se muestra en la Figura 22.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

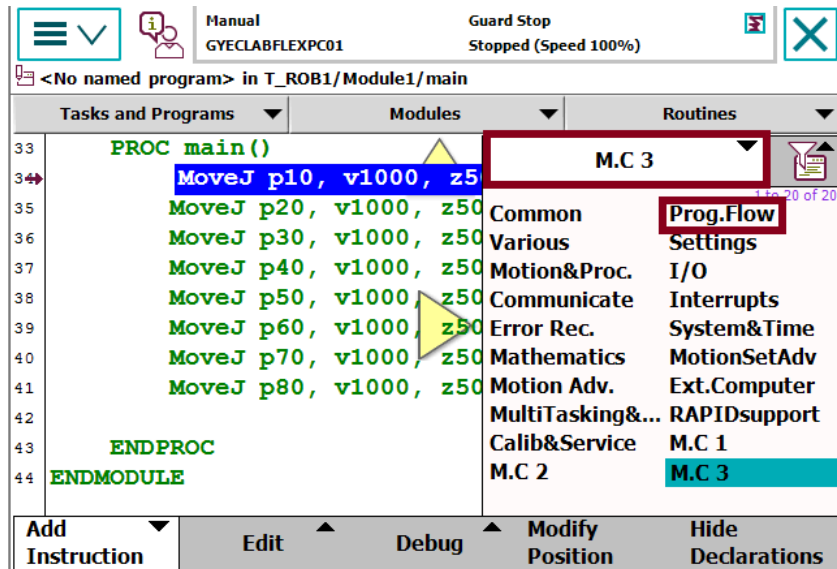


Figura 22. Add Instruction. Prog.Flow

22. Aparece la ventana con las instrucciones correspondientes y se escoge 'Label'. Como se muestra en la Figura 23.

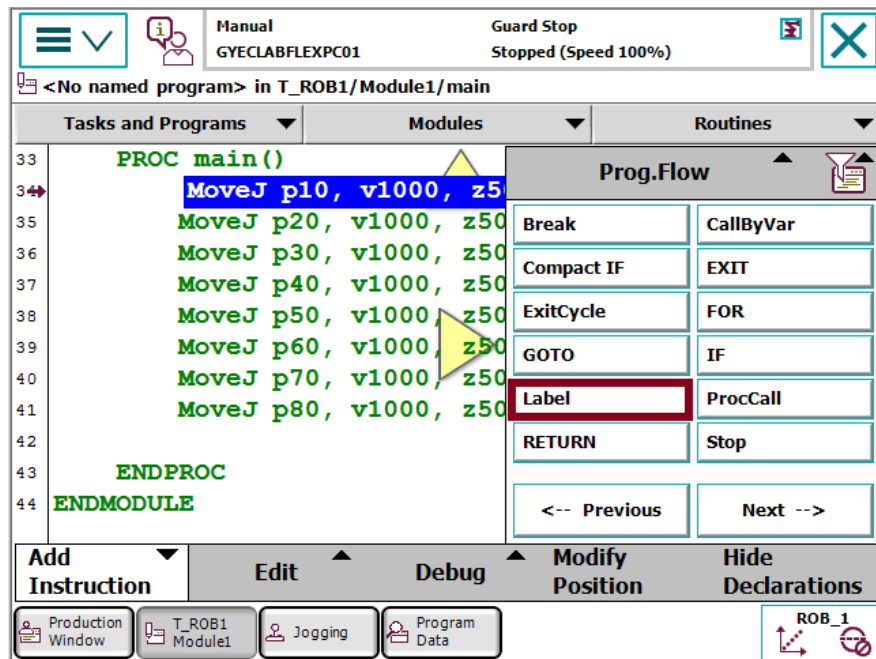



Figura 23. Label

Emerge una ventana preguntado si se agrega encima o debajo del movimiento, como se muestra en la Figura 24. En este caso se escoge Above (Encima).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

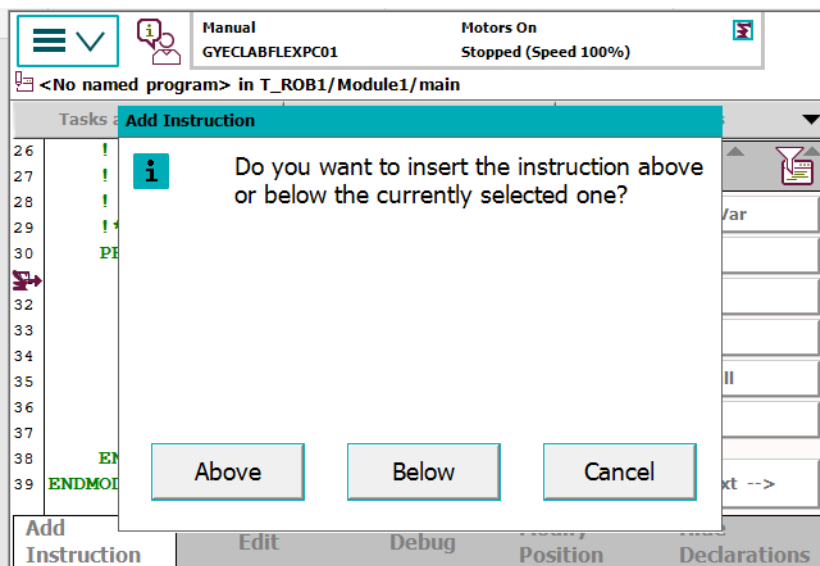


Figura 24. Label. Add Instruction

23. Aparece una etiqueta '<ID>:', como se muestra en la Figura 25, la cual se puede modificar el nombre dando click encima de ella.

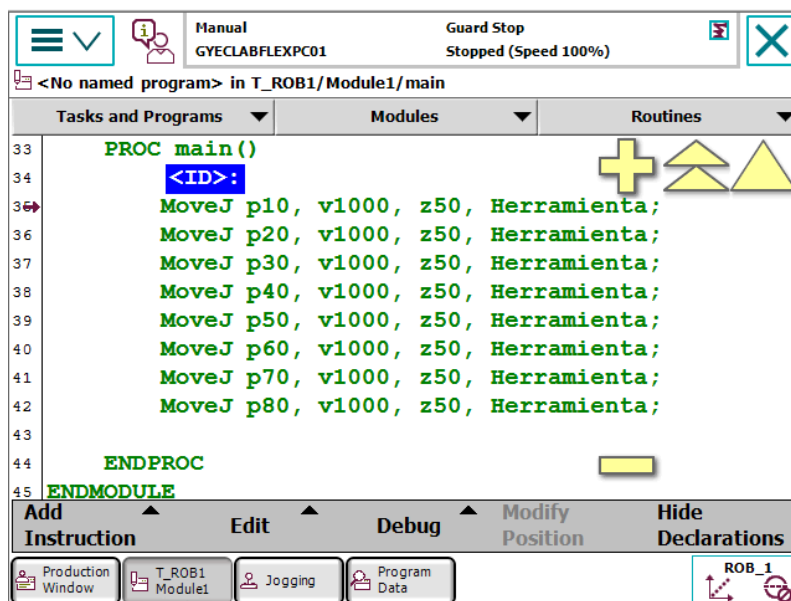


Figura 25. <ID>:

24. Se agrega la etiqueta 'GOTO', como se muestra en la Figura 26. Esta permite saltar directamente a la etiqueta anteriormente creada.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

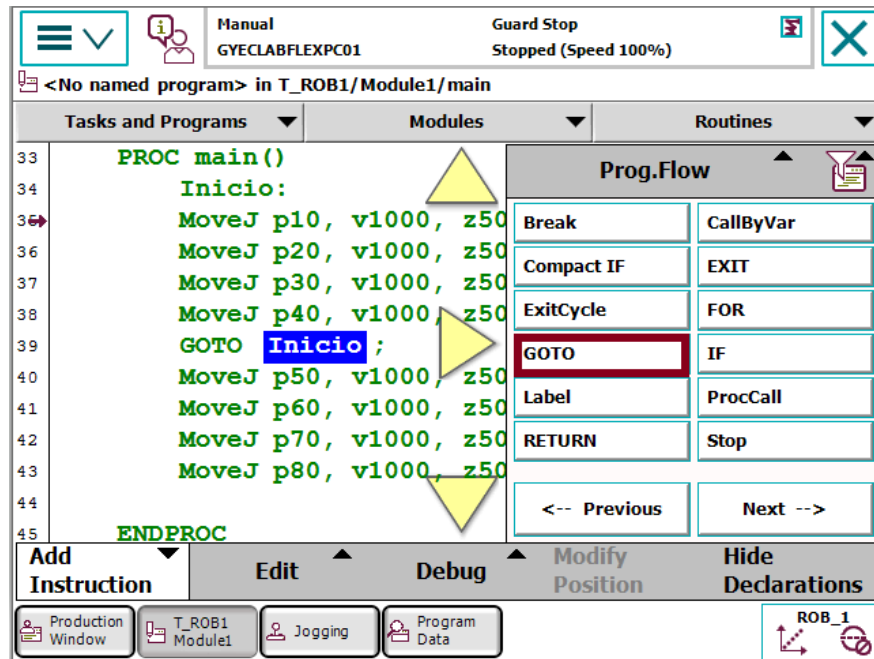


Figura 26. GOTO

25. Se agrega una nueva etiqueta para cerrar el ciclo.

26. Para añadir un contador se crea una nueva variable en clock ubicado en Program Data dando click en 'num', como se muestra en las Figuras 27 y 28.

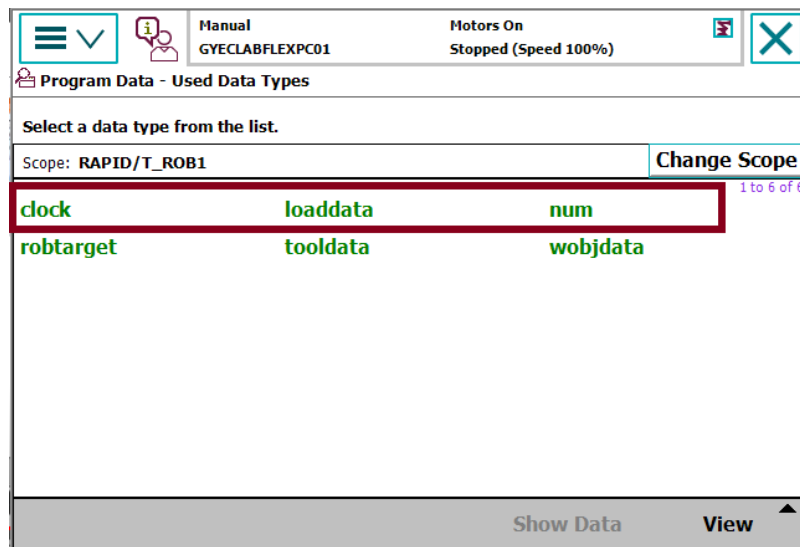


Figura 27. Clock.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

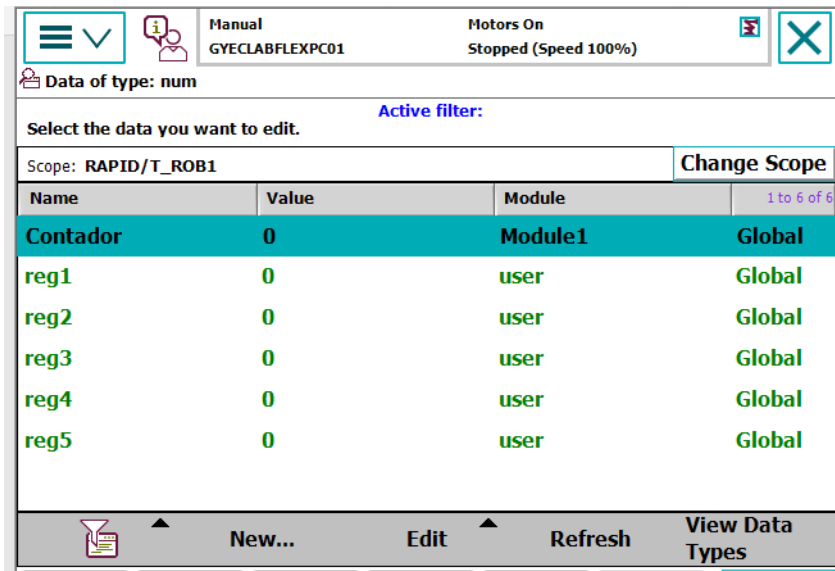


Figura 28. New Data “Contador”

27. Se vuelve a Program Editor, siguiendo el paso 24 y seleccionando ‘Common’ y se escoge la primera etiqueta, que asigna rápidamente valores a una variable. Como se muestra en la Figura 29.

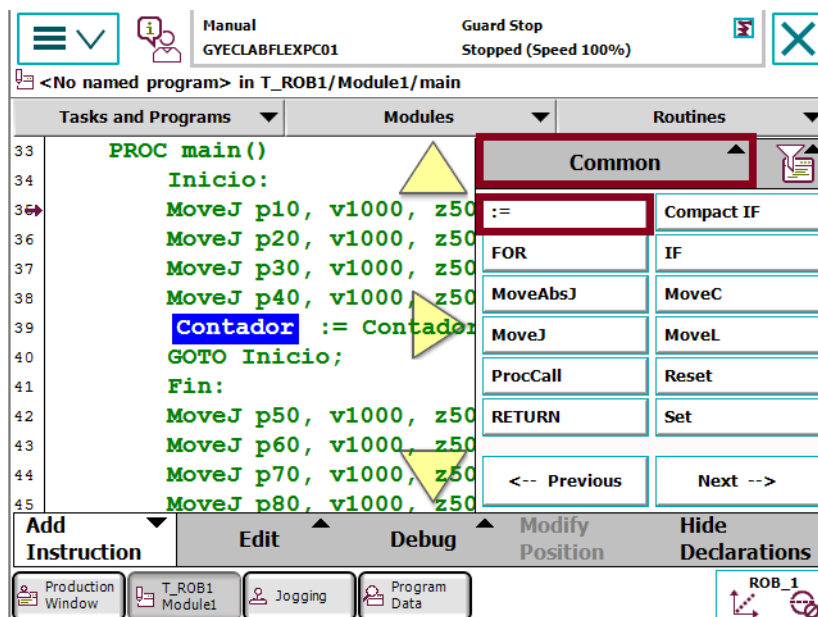


Figura 29. Instruction Common

28. Al escoger la etiqueta mencionada emerge una nueva ventana. Se escoge en ambos lados contador como se muestra en la Figura 30.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

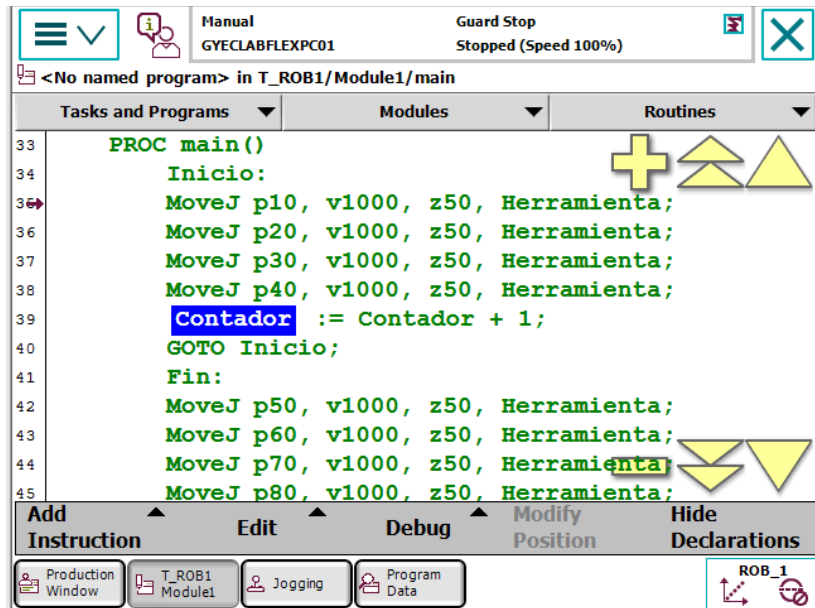


Figura 30. Contador

Para editar en nombre se selecciona Edit: All.

Nota: +1 El contador va a ir incrementando. Si Contador: = 0 entonces la variable se reseteará automáticamente luego de haber cumplido toda la programación

29. Para poner un condicional, nuevamente se vuelve a Prog.Flow escogiendo la etiqueta IF como se muestra en la Figura 31.

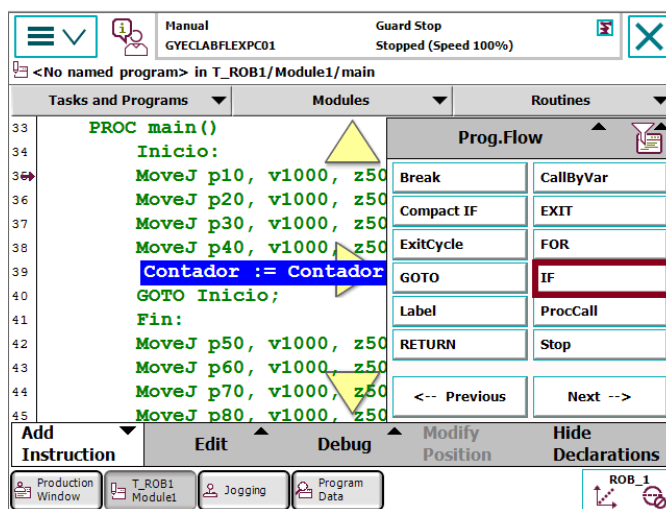


Figura 31. IF

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

30. Aparece una nueva venta, como se muestra en la Figura 32. Se escoge Edit All y se ingresa el nombre del contador con el condicional

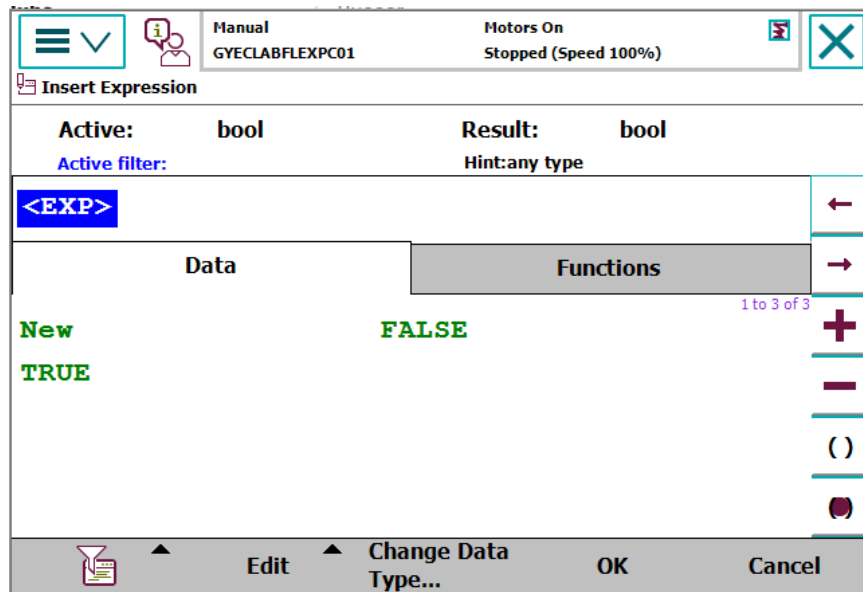


Figura 32. IF. Expression

31. Al cumplir la condición, nuevamente se ingresa GOTO y se selecciona la etiqueta Fin. Como se muestra en la Figura 33.

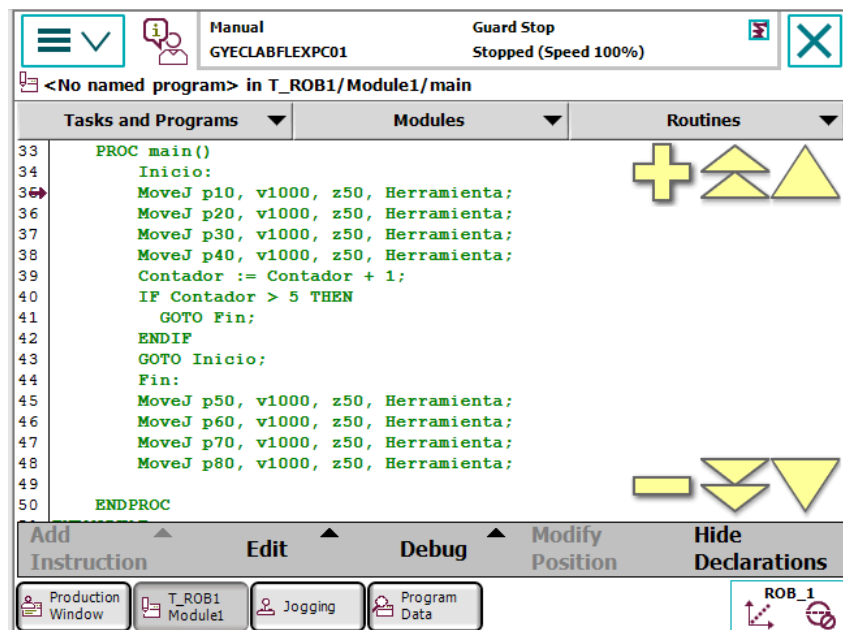


Figura 33. Fin del condicional

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

32. Para agregar tiempos de espera se regresa a M.C 3 escogiendo la etiqueta WaitTime como se muestra en la Figura 34.

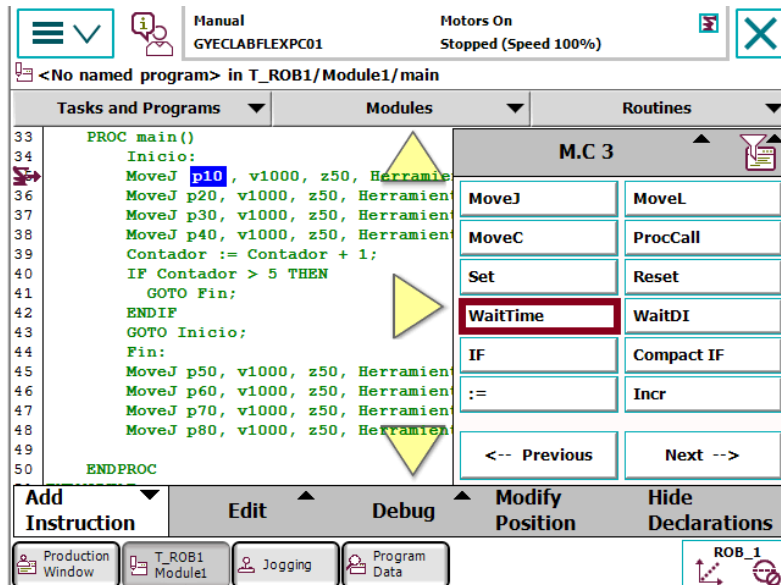


Figura 34. WaitTime

33. Aparece la pestaña de la Figura 35, y se selecciona la opción señalada para agregar el tiempo de espera.

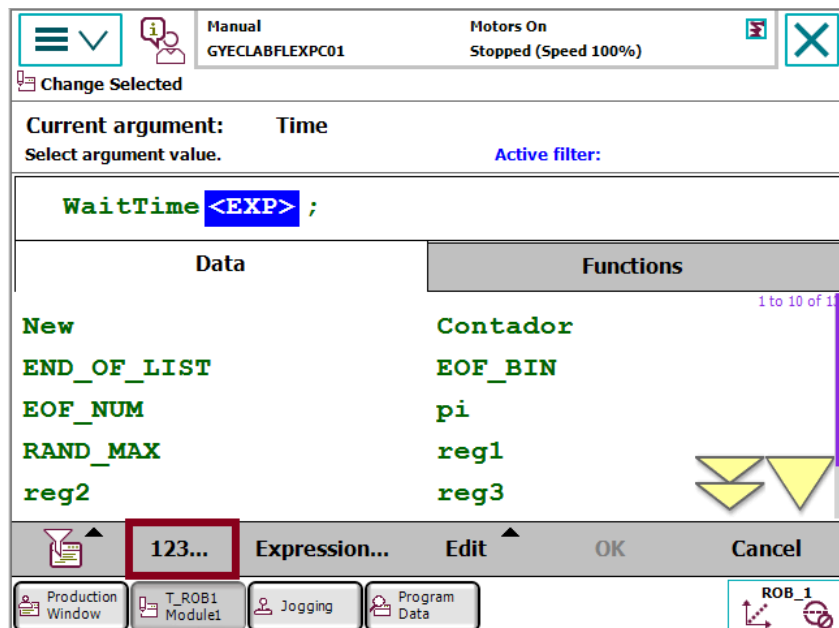


Figura 35. WaitTime Value

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

Programación en RAPID

Una de las formas para programar en RAPID es realizando una trayectoria y sincronizando con el programa antes mencionado.

1. Se realiza los pasos realizados en la primera práctica para una trayectoria
2. Se insertan dos objetos de trabajo, como se muestra en la Figura 36.

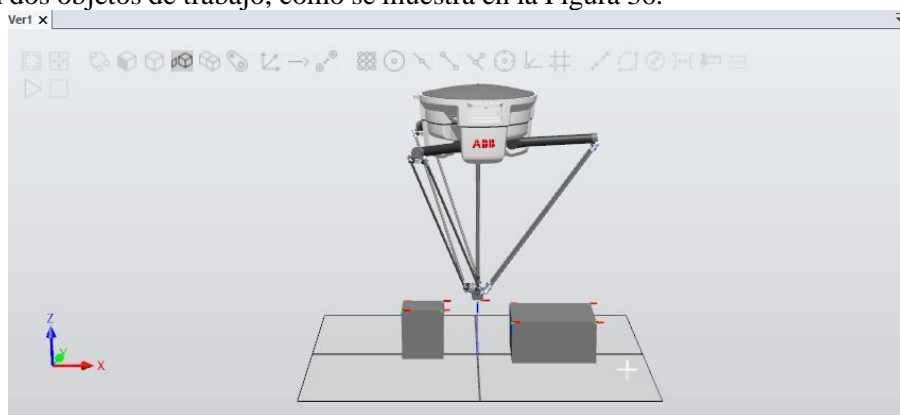


Figura 36. Creación de Objetos

3. Se crean las trayectorias correspondientes. Tal y como se muestra la Figura 37.

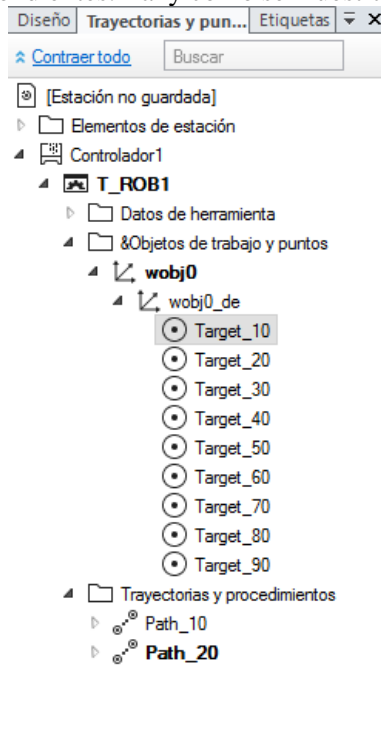


Figura 37. Trayectorias

4. Se sincronizan las trayectorias en RAPID, como se muestra en la Figura 38.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	



Figura 38. Ventana RAPID

5. Aparece una ventana donde se muestran los elementos para sincronizar los elementos en el código RAPID y se da click en Aceptar, tal y como se muestra la Figura 39.

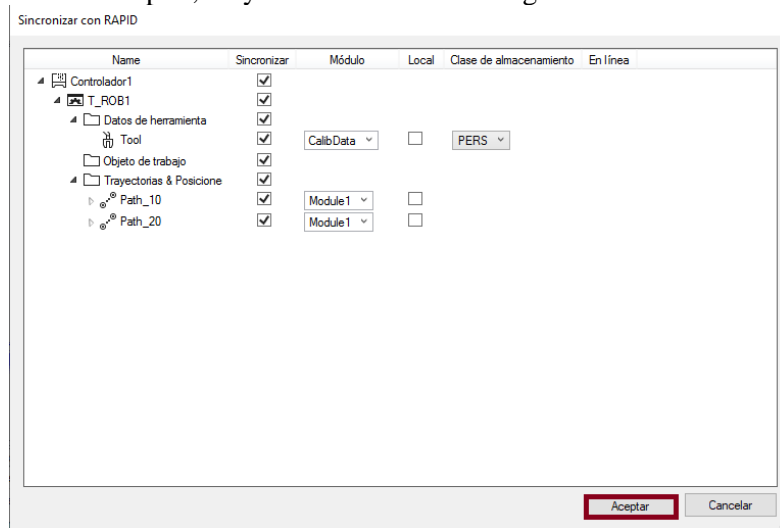


Figura 39. Sincronización con RAPID

6. En la ventana de la izquierda, como se muestra en la Figura 39, aparecen las trayectorias sincronizadas.

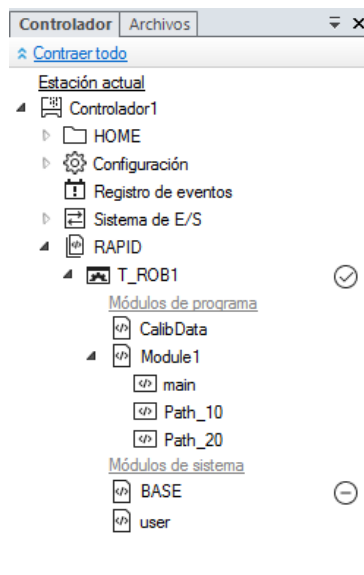


Figura 39. Controlador sincronizado con RAPID

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

7. En Module1 aparece el código RAPID y se lo modifica según lo que se requiera, como se muestra en la Figura 40.

```

Ver1 Controlador1 (Estación) x
T_ROB1/Module1* x
1 MODULE Modu1
2   CONST rostartarget Target_18:=[[ 231.923, 104.969, 1265.18380033],[0.000913184, 0.999551556,0.020862591, 0.002019615],[0,0,0,0],[0E+00,0E+00,0E+00,0E+00]];
3   CONST rostartarget Target_20:=[[ 450.372, 109.914, 1267.17380033],[0.000913184, 0.999551556,0.020862591, 0.002019615],[0,0,0,0],[0E+00,0E+00,0E+00,0E+00]];
4   CONST rostartarget Target_50:=[[ 447.699,123.424, 1265.18380033],[0.000913184, 0.999551556,0.020862591, 0.002019615],[0,0,0,0],[0E+00,0E+00,0E+00,0E+00]];
5   CONST rostartarget Target_48:=[[ 288.899,132.826, 1265.18380033],[0.000913184, 0.999551556,0.020862591, 0.002019615],[0,0,0,0],[0E+00,0E+00,0E+00,0E+00]];
6   CONST rostartarget Target_58:=[[205.421,282.939, 1315.18380033],[0.000913184, 0.999551556,0.020862591, 0.002019615],[0,0,0,0],[0E+00,0E+00,0E+00,0E+00]];
7   CONST rostartarget Target_78:=[[694.077,238.543, 1315.18380033],[0.000913184, 0.999551556,0.020862591, 0.002019615],[0,0,0,0],[0E+00,0E+00,0E+00,0E+00]];
8   CONST rostartarget Target_08:=[[604.388, 208.66, 1315.18380033],[0.000913184, 0.999551556,0.020862591, 0.002019615],[0,0,0,0],[0E+00,0E+00,0E+00,0E+00]];
9   CONST rostartarget Target_88:=[[201.075, 207.25283397, 1315.129783749],[0.000913184, 0.999551556,0.020862591, 0.002019615],[0,0,0,0],[0E+00,0E+00,0E+00,0E+00]];
11
12 PROC main()
13   Add your code here
14 ENDPROC
15 PROC Path_18()
16   Novel Target_18,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
17   Novel Target_20,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
18   Novel Target_50,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
19   Novel Target_48,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
20   Novel Target_58,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
21   Novel Target_78,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
22   Novel Target_08,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
23 ENDPROC
24 PROC Path_20()
25   Novel Target_18,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
26   Novel Target_50,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
27   Novel Target_08,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
28   Novel Target_88,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
29   Novel Target_18,1000,1100,ToolV00j:=00j0;
31 ENDPROC
ENDMODULE

```

Figura 40. Código RAPID

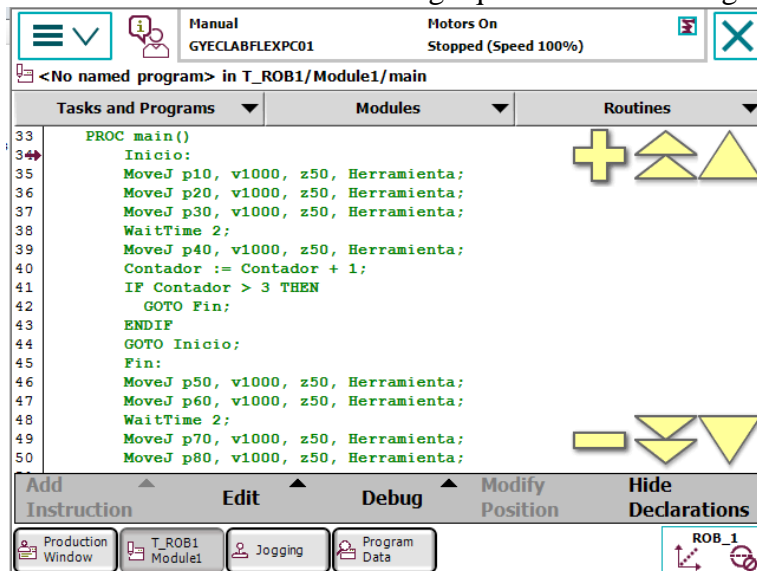
E. RECURSOS UTILIZADOS

- RobotStudio
- Robot IRB 360
- FlexPendant
- RAPID

F. REGISTRO DE RESULTADOS

Primer resultado

Se crea una trayectoria aleatoria en FlexPendant. El código quedaría como la Figura 41.



```

Manual GYECLABFLEXPC01 Motors On Stopped (Speed 100%)
<No named program> in T_ROB1/Module1/main
Tasks and Programs Modules Routines
33 PROC main()
34 Inicio:
35 MoveJ p10, v1000, z50, Herramienta;
36 MoveJ p20, v1000, z50, Herramienta;
37 MoveJ p30, v1000, z50, Herramienta;
38 WaitTime 2;
39 MoveJ p40, v1000, z50, Herramienta;
40 Contador := Contador + 1;
41 IF Contador > 3 THEN
42   GOTO Fin;
43 ENDIF
44 GOTO Inicio;
45 Fin:
46 MoveJ p50, v1000, z50, Herramienta;
47 MoveJ p60, v1000, z50, Herramienta;
48 WaitTime 2;
49 MoveJ p70, v1000, z50, Herramienta;
50 MoveJ p80, v1000, z50, Herramienta;

```

Figura 41. Código RAPID

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

Segundo Resultado

Se crea una trayectoria con RAPID. El código quedaría como las Figuras 42 y 43.

```

T_ROB1/Module1 X
1 MODULE Module1
2   CONST robotarget Target_10:=[[-0.112872477,0.104567687,-1230.631416877],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
3   CONST robotarget Target_40:=[[-57.318768649,-234.714,-1256.01668054],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
4   CONST robotarget Target_20:=[[-558.816752758,-229.846463543,-1261.82465586],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
5   CONST robotarget Target_30:=[[-559.882653897,263.321999479,-1262.215785791],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
6   CONST robotarget Target_50:=[[-58.462468056,267.53531098,-1260.470505227],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
7   CONST robotarget Target_60:=[[-148.965176193,86.575318309,-1261.625954118],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
8   CONST robotarget Target_90:=[[-347.364833177,85.794019239,-1262.06417986],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
9   CONST robotarget Target_80:=[[-348.213854382,-111.925750638,-1263.121310857],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
10  CONST robotarget Target_70:=[[-145.829639249,-114.668370639,-1260.793963261],[0.00000091,0.999997347,0.000401222,0.002268356],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
11  IVAR num contador:=0;
12  PROC Path_10()
13    Movel Target_10,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
14    Movel Target_40,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
15    Movel Target_20,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
16    Movel Target_30,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
17    Movel Target_50,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
18    Movel Target_10,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
19  ENDPROC
20  PROC Path_20()
21    Movel Target_10,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
22    Movel Target_60,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
23    Movel Target_90,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;

```

Figura 42. Código RAPID modificado parte 1

```

24    Movel Target_80,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
25    Movel Target_70,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
26    Movel Target_10,v1000,z100,Tool\WObj:=wobj0;
27  ENDPROC
28  PROC main()
29    Superior:
30    Path_10;
31    WaitTime 2;
32    Path_20;
33    contador:=contador+1;
34    IF contador<=4 THEN
35      GOTO Superior;
36    ENDIF
37    contador:=0;
38  ENDPROC
39  ENDMODULE


```

Figura 43. Código RAPID modificado parte 2

G. BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, J. C. (2016). *RobotStudio: Actividad 10- (Iniciación a la programación en RAPID)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=gHVX0LHLOTY>
- Castillo, J. C. (2016). *RobotStudio: Programación y configuración con FlexPendant (I)*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=6pkd_phPJtw
- Castillo, J. C. (2016). *RobotStudio: Programación y configuración con FlexPendant (II)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=vPiaQ3648Ww&t=888s>
- Khamis, A. (10 de mayo de 2006). *Lenguaje RAPID*. Obtenido de <http://personal.biada.org/~jhorrilla/INTRODUCCIO%20RAPID.pdf>
- vT Automatización y Robótica. (2021). *CIR- Conceptos Básicos- Introducción*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=EYkBuI8vwWQ&list=PLpyjNmi6BTHusr5sPuC7RiRZgZpHAPruR&index=3>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		
		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA #4


NÚMERO DE ESTUDIANTES:

DOCENTE

**TIEMPO ESTIMADO:
2 HORAS**

TEMA: “ScreenMaker y aplicaciones GUI”

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

A. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una pantalla HMI en ScreenMaker.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Sincronizar las variables con las herramientas del ScreenMaker.
- Crear una señal digital.

C. MARCO TEÓRICO

SCREENMAKER

ScreenMaker es la herramienta de RobotStudio para desarrollar pantallas personalizadas. Se utiliza para personalizar la GUI de FlexPendant sin aprender a desarrollar Visual Studio, Entorno y programación .NET (ABB, s.f.)

APLICACIÓN GUI

Las GUI facilitan el uso de robots industriales al proporcionar una representación visual del funcionamiento interno del sistema robótico. Para las aplicaciones GUI del FlexPendant, la interfaz gráfica consta de varias pantallas, cada una de las cuales ocupa un área de la ventana de usuario de la pantalla táctil del FlexPendant:

- Sección Vista: disposición y configuración de controles.
- Parte del proceso: controladores de eventos que responden a eventos

(ABB, s.f.)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

D. MARCO PROCEDIMENTAL

1. En la pestaña ‘Controlador’, se escoge la opción FlexPendant y se da click en ScreenMaker. Como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. FlexPendant

Aparece un cuadro pidiendo instalación del ScreenMaker, por lo que se procede a instalar. Se abre una pestaña de ABB y se escoge la opción ‘FlexPendant SDK’, tal y como indica la Figura 2.

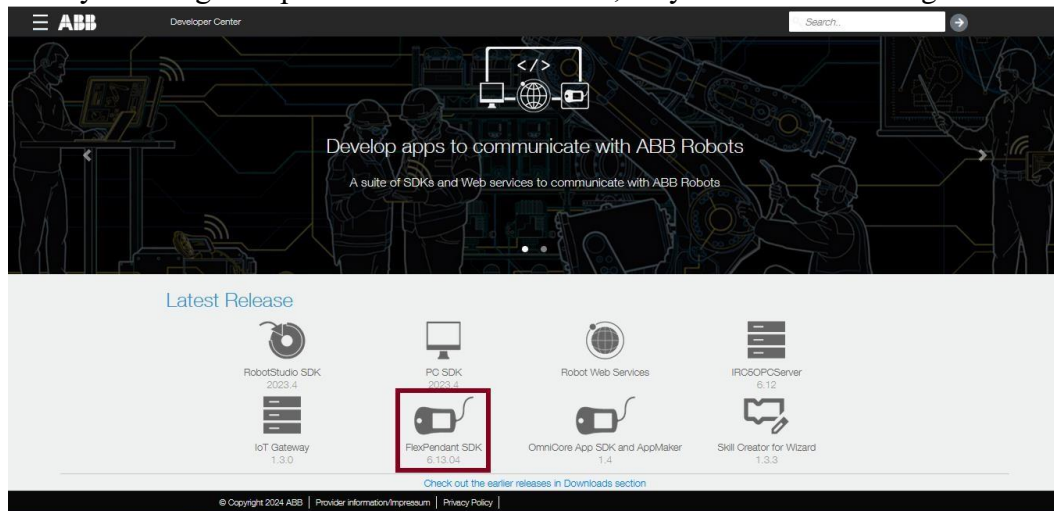


Figura 2. ABB. Developer Center

Se puede descargar la última versión del FlexPendant o la anterior. Se descarga un archivo ZIP y se descomprime. Una vez que el archivo este descomprimido se ingresa en la carpeta ‘FlexPendant SDK’ y se comienza la descarga. Como indica la Figura 3.

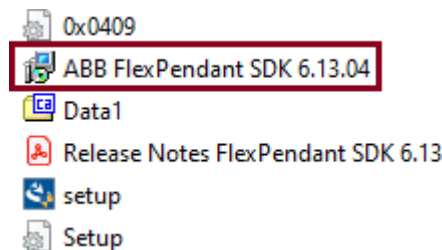


Figura 3. Opción de descarga

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

2. Se siguen los pasos 1-16 de la Práctica #2. Se avanza hasta opciones de controlador y se da click en ‘Opciones’ como se muestra en la Figura 4.

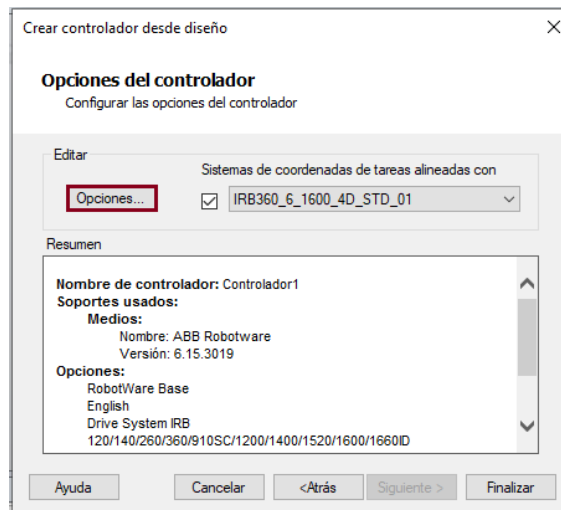


Figura 4. Opciones del Controlador

3. Aparece la pestaña mostrada en la Figura 5.

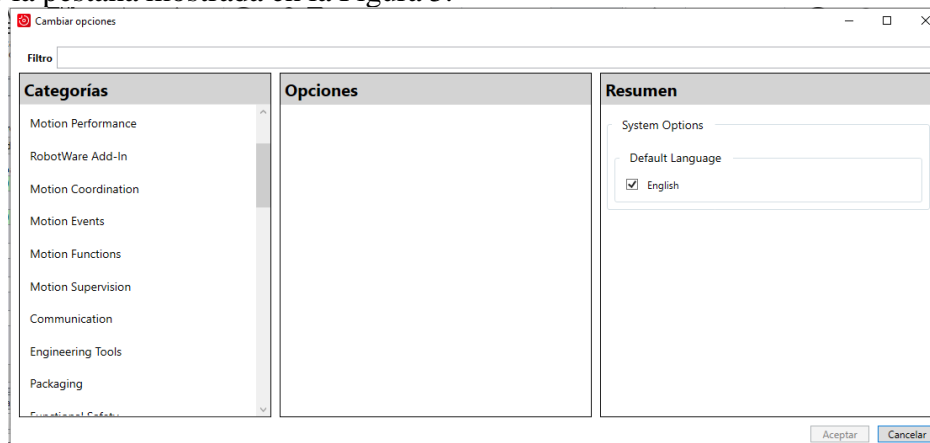


Figura 5. Cambio de Opciones.

4. Se da click en ‘Communication’ y se activa la opción ‘FlexPendant Interface’, como se muestra en la Figura 6.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

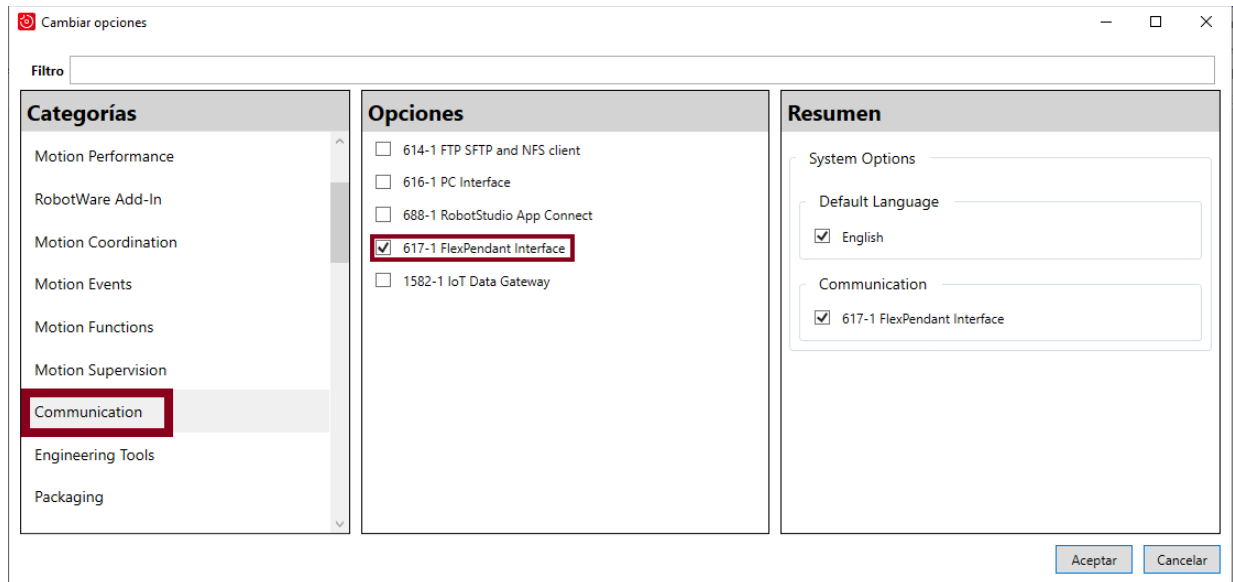


Figura 6. Communication, activación de FlexPendant Interface

5. Se da click en ‘Aceptar’ e inmediatamente se activa el Controlador.
6. Se ingresan 3 objetos cilíndricos, en la opción ‘Sólido’ del paso 2 de la Práctica #3. En este caso se usa 50 mm para Radio y para Altura.
7. Se vuelve a la pestaña ‘Posición Inicial’ y se escoge la opción ‘Ruta’ para dar click en ‘Trayectoria Automática’.
8. Se crean las trayectorias como se muestra la Figura 7.

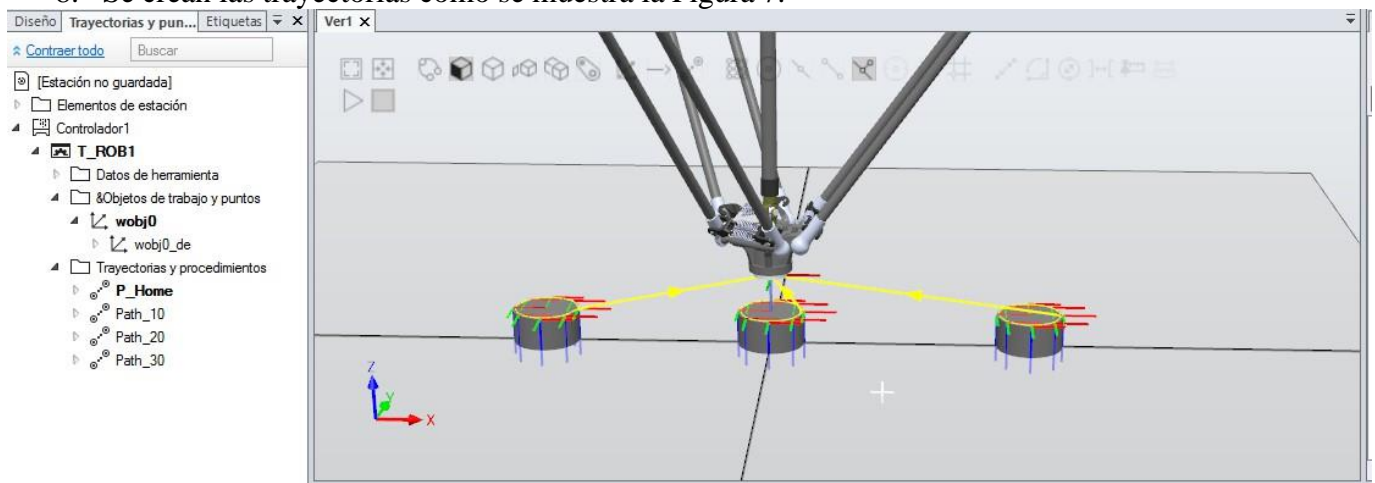



Figura 7. Trayectoria Automática.

9. Se sincroniza con RAPID para luego modificar el código según se requiera.
10. Se repite el paso 1 de la Práctica #4 y aparece la pestaña del ScreenMaker, como se muestra en la Figura 8.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

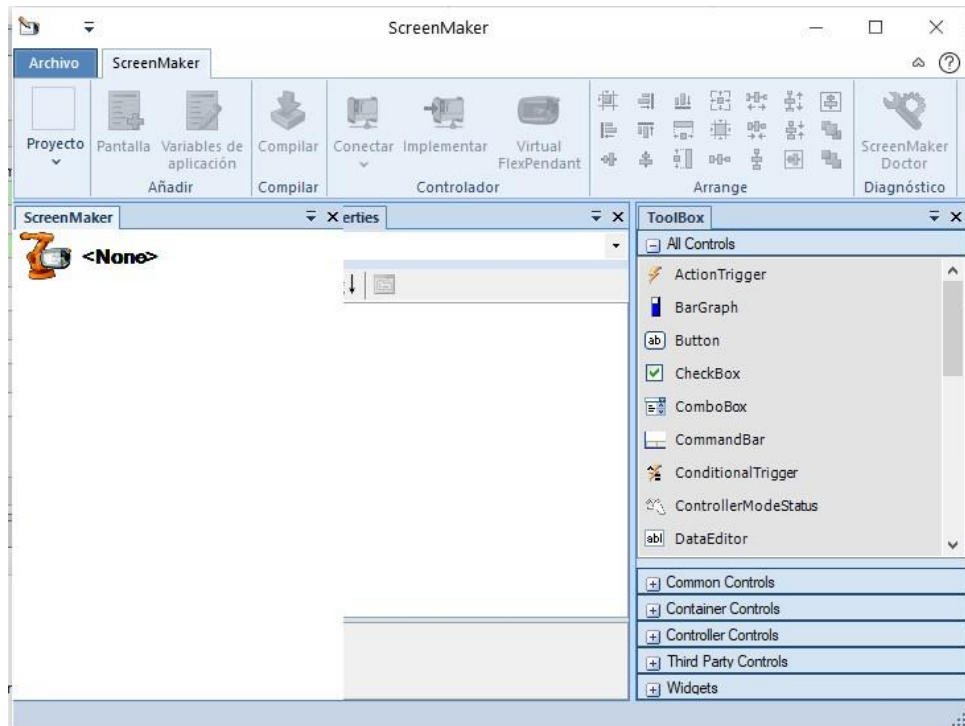


Figura 8. ScreenMaker

11. En la pestaña del ScreenMaker se escoge Proyecto Nuevo, como se muestra en la Figura 9.

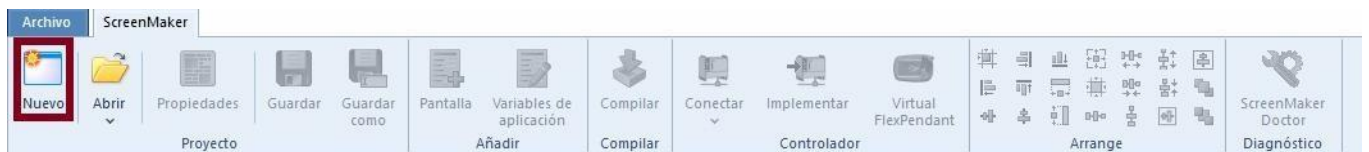


Figura 9. Proyecto Nuevo

12. Aparece una nueva ventana, se escoge 'Simple Project' y se da click en 'Aceptar'. Tal y como se muestra la Figura 10.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

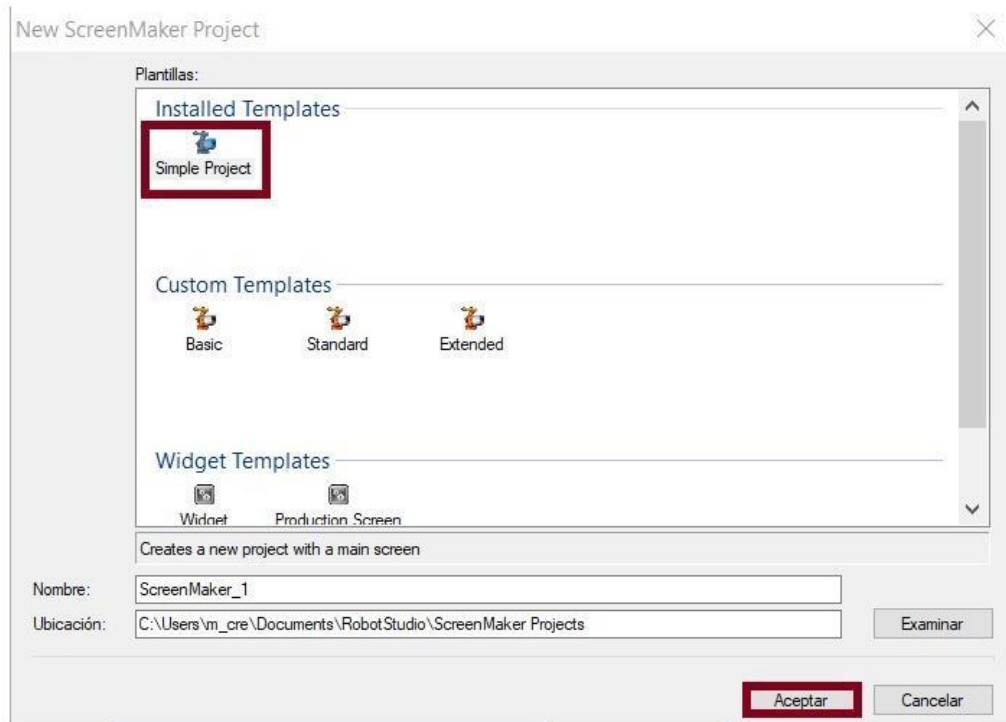


Figura 10. New ScreenMaker Project

13. Aparece una MainScreen donde se podrá crear la pantalla del proyecto, como se muestra en la Figura 11.

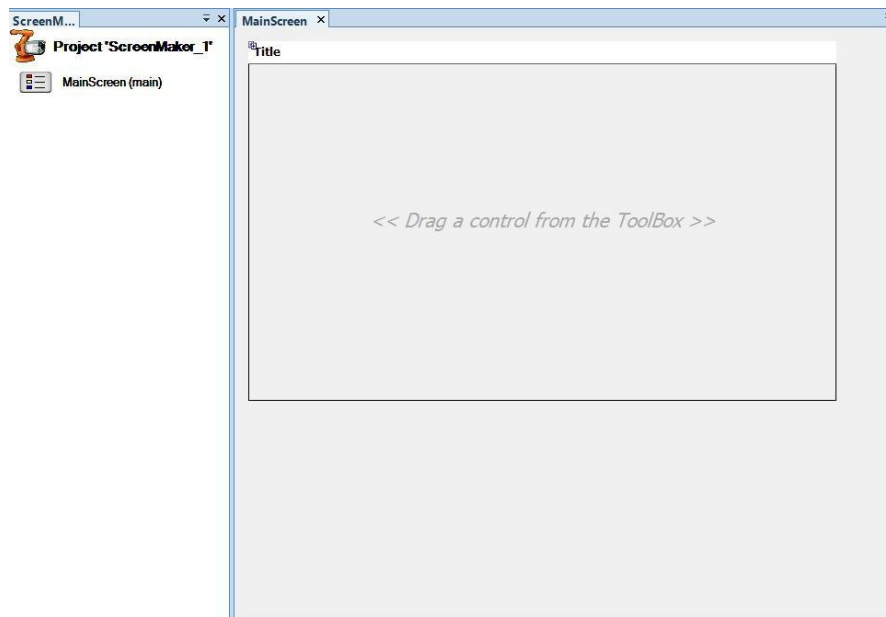


Figure 11. MainScreen

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

14. En 'Propiedades' se puede hacer personalizar el ScreenMaker. Tal y como se muestra en la Figura 12.

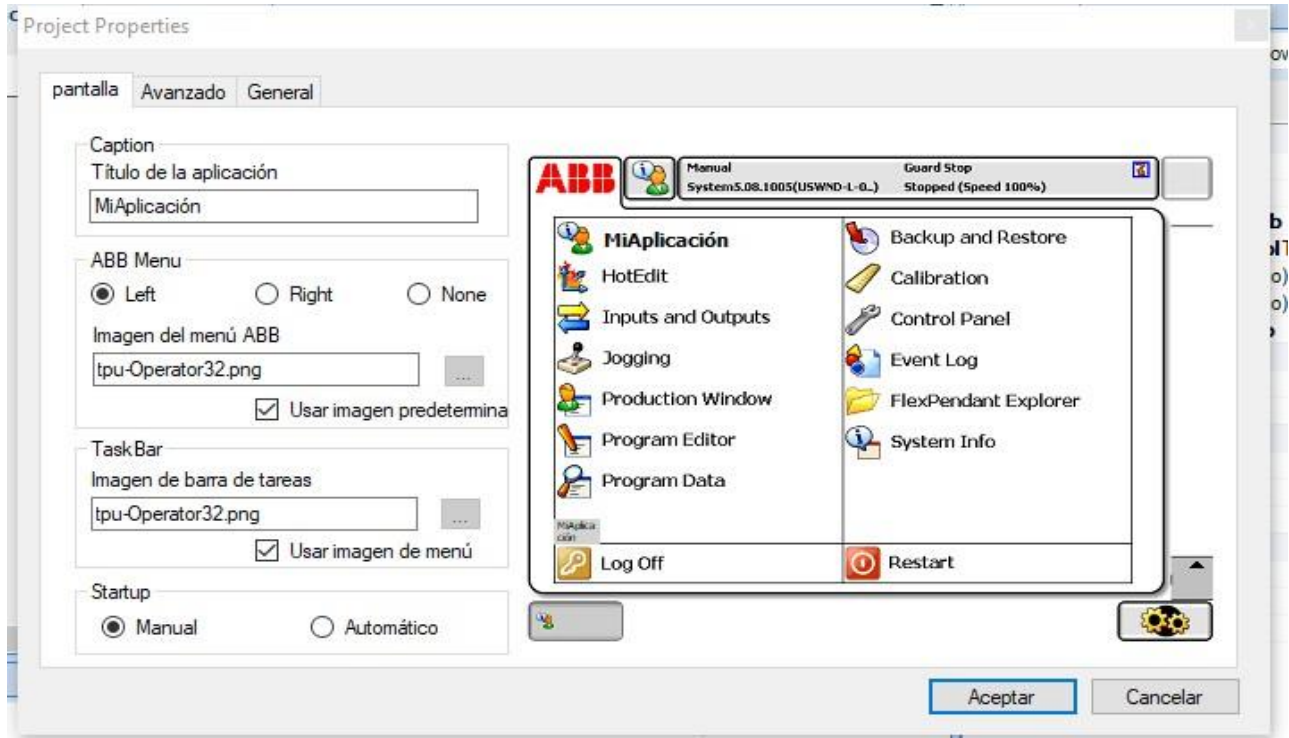


Figura 12. Propiedades de la Pantalla

15. Para agregar una segunda Pantalla, se da click en la configuración 'Pantalla' como se muestra en la Figura 13.



Figura 13. Nueva Pantalla

16. Para conectar una herramienta al controlador se escoge 'Conectar', como se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Conectar.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

17. Aparece una nueva ventana donde se puede visualizar los controladores. Se selecciona el controlador que se esté usando y se da click en ‘Conectar’, tal y como se muestra en la Figura 15.

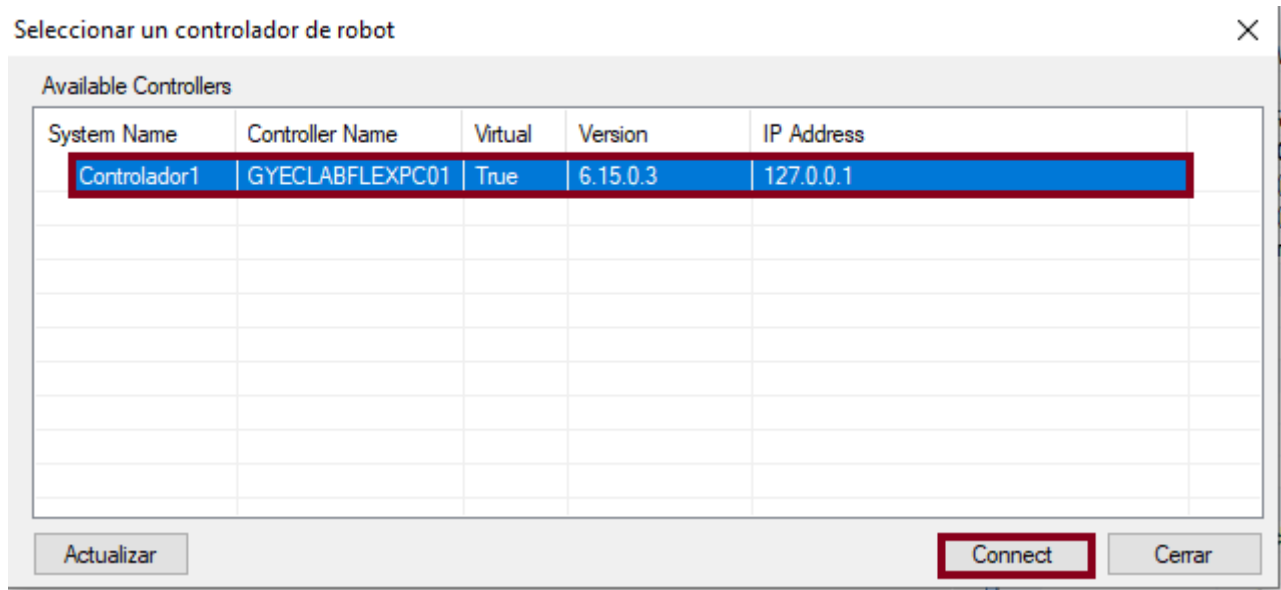


Figura 15. Seleccionar un controlador de robot.

18. Antes de ‘Implementar’, como se muestra en la Figura 16, se compila para luego enviar la pantalla creada al ScreenMaker.



Figura 16. Configuración ‘Implementar’

19. Cualquiera de las herramientas, que se muestran en la Figura 17, se arrastran hacia la pantalla.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

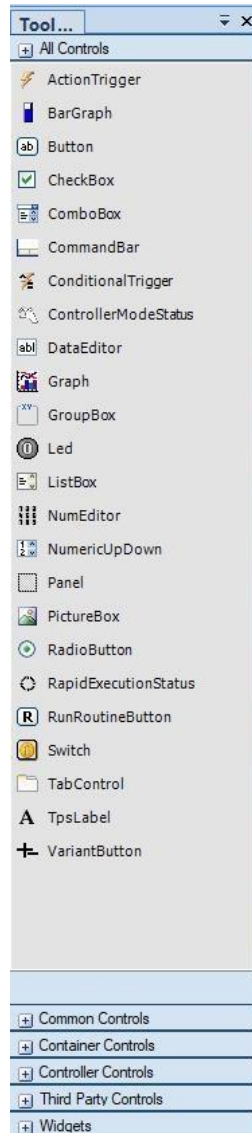


Figura 17. ToolBox

20. La herramienta que se haya escogido aparece una nueva pestaña 'Properties' donde se pueden hacer modificaciones, tal y como se muestra la Figura 18.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	



Figura 18. Properties

21. Se crea una variable para sincronizar el código con el ScreenMaker. En la Pestaña ‘Controlador’ se escoge la opción de ‘Configuración’ y se selecciona ‘I/O System’, tal y como se muestra en la Figura 19.

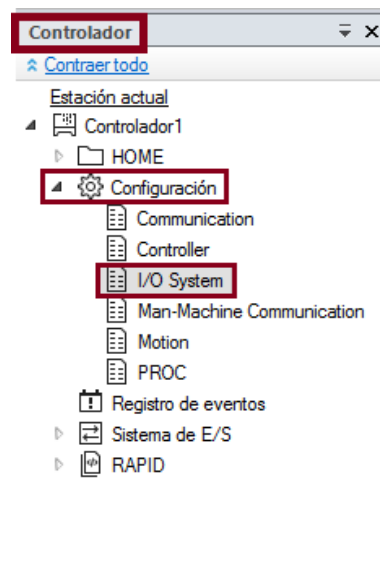


Figura 19. Configuración del Controlador.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

LABORATORIO DE ROBOTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE
CARRERA DE ELECTRONICA Y AUTOMATIZACION

Configuración - I/O System X									
Tipo	Name	Type of Signal	Assigned to Device	Signal Identification Label	Device Mapping	Category	Access Level	Default Value	Filter Time
Access Level	ENABLE2_3	Digital Input	PANEL	ENABLE2 from Contactor board 3(X14:7 to X14:8)	27	safety	ReadOnly	0	0
Cross Connection	ENABLE2_4	Digital Input	PANEL	ENABLE2 from Contactor board 4(X17:7 to X17:8)	28	safety	ReadOnly	0	0
Device Trust Level	ES1	Digital Input	PANEL	Emergency Stop(X10:5 and X10:6)	0	safety	ReadOnly	0	0
	ES2	Digital Input	PANEL	Emergency Stop backup(X10:7 and X10:8)	1	safety	ReadOnly	0	0
EtherNet/IP Command	GS1	Digital Input	PANEL	General Stop chain(X5:10 to X5:12) and (X5:8 to X5:7)	16	safety	ReadOnly	0	0
EtherNet/IP Device	GS2	Digital Input	PANEL	General Stop chain backup(X5:4 to X5:12) and (X5:2 to X5:7)	17	safety	ReadOnly	0	0
Industrial Network	MAN1	Digital Input	PANEL	Manual Mode(X9:7)	7	safety	ReadOnly	0	0
Route	MAN2	Digital Input	PANEL	Manual Mode backup(X9:3)	9	safety	ReadOnly	0	0
	MANFS1	Digital Input	PANEL	Manual Full Speed Mode(X9:8)	8	safety	ReadOnly	0	0
Signal	MANFS2	Digital Input	PANEL	Manual Full Speed Mode backup(X9:4)	10	safety	ReadOnly	0	0
Signal Safe Level	MONPB	Digital Input	PANEL	Motors on Press Button(X9:10)	12	safety	ReadOnly	0	0
System Input	MOTLMP	Digital Output	PANEL	Motors On Lamp(X9:19)	4	safety	ReadOnly	0	N/D
System Output	PANEL24OVL	Digital Input	PANEL	Overload Panelboard 24V	30	safety	ReadOnly	0	0
	PANFAN	Digital Input	PANEL	Supervision of Main Computer FAN	29	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTASI	Digital Input	PANEL	Soft Auto Stop	15	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTASO	Digital Output	PANEL	Soft Auto Stop	1	safety	ReadOnly	0	N/D
	SOFTESI	Digital Input	PANEL	Soft Emergency Stop	2	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTESO	Digital Output	PANEL	Soft Emergency Stop	0	safety	ReadOnly	0	N/D
	SOFTGSI	Digital Input	PANEL	Soft General Stop	18	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTGSO	Digital Output	PANEL	Soft General Stop	2	safety	ReadOnly	0	N/D
	SOFTSSI	Digital Input	PANEL	Soft Superior Stop	21	safety	ReadOnly	0	0
	SOFTSSO	Digital Output	PANEL	Soft Superior Stop	3	safety	ReadOnly	0	N/D
	SS1	Digital Input	PANEL	Superior Stop chain(X6:4 to X6:6) and (X6:2 to X6:1)	19	safety	ReadOnly	0	0
	SS2	Digital Input	PANEL	Superior Stop chain backup(X6:5 to X6:6) and (X6:3 to X6:1)	20	safety	ReadOnly	0	0
	STLEDGR	Digital Output	PANEL	Set status LED to green color	9	safety	ReadOnly	0	N/D
	STLEDGRBNK	Digital Output	PANEL	Set status LED to green flashing	10	safety	ReadOnly	0	N/D
	STLEDRED	Digital Output	PANEL	Set status LED to red color	7	safety	ReadOnly	0	N/D
	STLEDREDBNK	Digital Output	PANEL	Set status LED to red flashing	8	safety	ReadOnly	0	N/D
	TESTEN1	Digital Output	PANEL	Activate Glitchtest for Enable1	6	safety	ReadOnly	0	N/D
	USERDOOVL	Digital Input	PANEL	Overload of user DO	11	safety	ReadOnly	0	0

Figura 20. I/O System-Signal.

23. Se da click derecho en las señales mostradas y aparece una pantalla para crear una nueva señal, como se muestra en la Figura 21.

Instancia editor

Nombre	Valor	Información
Name	<input type="text"/>	¡El valor predeterminado no es correcto!
Type of Signal	<input type="text"/>	¡El valor predeterminado no es correcto!
Assigned to Device	<input type="text"/>	
Signal Identification Label	<input type="text"/>	
Category	<input type="text"/>	
Access Level	Default	

Value (RAPID)
Los cambios no entrarán en vigor hasta que reinicie el controlador.
El límite mínimo del parámetro es <no válido>. El número máximo de caracteres es <no válido>.

Figura 21. Crear nueva señal.

24. Para conectar una herramienta con una variable al código de RAPID, se selecciona la herramienta y se da clic en la flecha pequeña donde aparecen las tareas de la misma. Como se muestra en la Figura 22.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

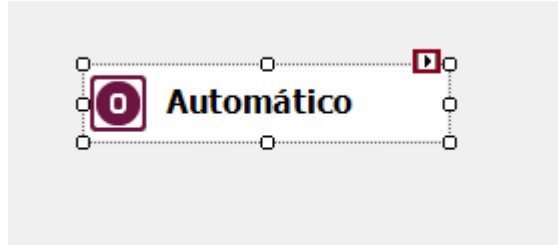


Figura 22. Tareas de la herramienta ‘Switch’

Para sincronizar las variables del RAPID con las herramientas del ScreenMaker es necesario usar la función ‘PERS’.

E. RECURSOS UTILIZADOS

- Software RobotStudio.
- FlexPendant.
- ScreenMaker.

F. REGISTRO DE RESULTADOS

Se realiza la trayectoria de tres objetos cilíndricos con el código RAPID controlada por una pantalla HMI en el FlexPendant, como se muestra en la Figura 23.

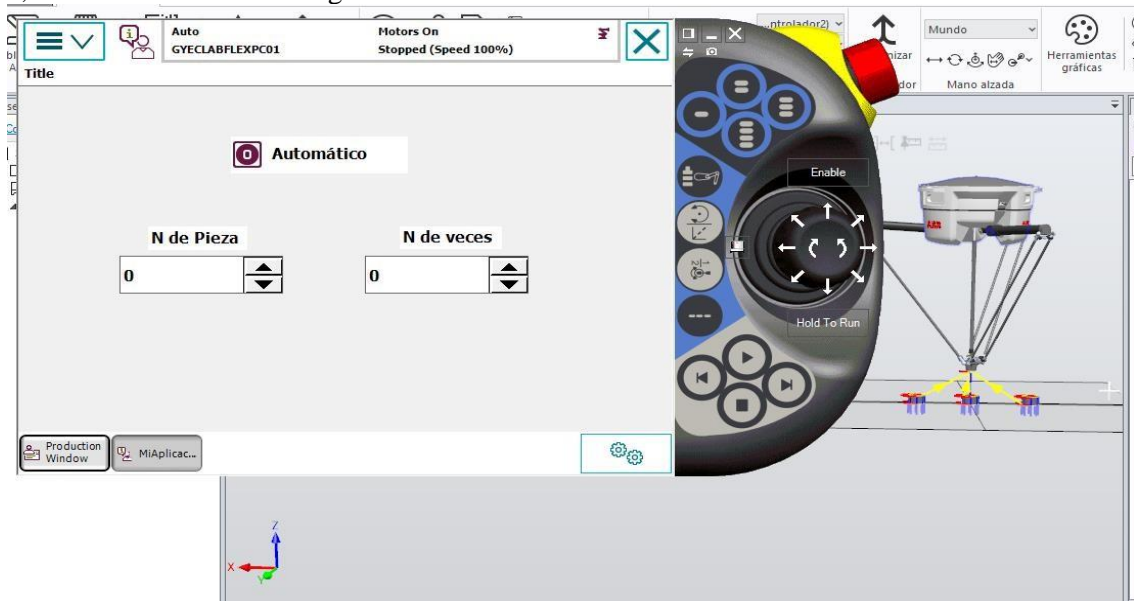



Figura 23. Pantalla HMI y Trayectoria de tres cilindros

Omitiendo el código perteneciente a las trayectorias que sale automáticamente al sincronizar el código con RAPID, en las Figuras 25 y 26 se muestra el código que maneja el programa.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
LABORATORIO	C. P. I. ROBÓTICA Y FABRICACIÓN FLEXIBLE	
CARRERA	ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN	
SEDE	GUAYAQUIL	

!Declaración de Variables

```
PERS num selector:=0;
PERS num n_veces:=0;
```

Figura 25. Declaración de Variables

```
PROC Peticion_Piezas()
  FOR i FROM 1 TO n_veces DO
    CallByVar "Path_", selector;
  ENDFOR
ENDPROC

PROC main()
  P_Home;
  Peticion_Piezas;
ENDPROC
ENDMODULE
```

Figura 26. Código manejado en RAPID.

G. BIBLIOGRAFÍA

- ABB. (2018). *Especificaciones del producto. IRB 360*. Obtenido de <https://library.e.abb.com/public/56e61c0e4e944b7f9e402ba52cdcfc76/3HAC029963%20PS%20IRB%20360-es.pdf?x-sign=+5teMUSKHTii1STeRRY/ymK1S02fgaUQzo8xE2E2IIM6SZnLTekD6GHX8xCgdfyn>
- ABB. (2023). *IRB 360 FlexPicker*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/robots/delta-robots/irb-360>
- ABB. (2023). *IRC5-Industrial Robot Controller*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/controllers/irc5-overview/irc5>
- ABB. (2023). *RobotStudio Suite*. Obtenido de <https://new.abb.com/products/robotics/es/robotstudio> ABB. (s.f.). *Application Manual ScreenMaker*. Obtenido de https://library.e.abb.com/public/b62731a5b2d5528bc125766d003a6228/Application_Manual_ScreenMaker.pdf
- Castillo, J. C. (2020). *4-Proyecto RobotStudio: HMI en FlexPendant con ScreenMaker*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Bk87lrmBsZE>
- Khamis, A. (10 de mayo de 2006). *Lenguaje RAPID*. Obtenido de <http://personal.biada.org/~jhorriillo/INTRODUCCIO%20RAPID.pdf>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera: